

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE SUELOS**



**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE  
FERTILIDAD EN ALGUNOS SUELOS DEL DISTRITO DE  
SAPILICA, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR  
BR. LILIANA ELIZABETH SERNAQUÉ SILUPÚ.**

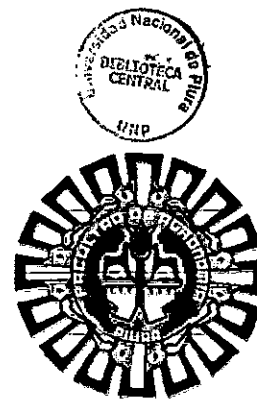
**PIURA – PERÚ  
2015**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE SUELOS**



**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
NIVELES DE FERTILIDAD EN ALGUNOS SUELOS  
DEL DISTRITO DE SAPILICA, PROVINCIA DE  
AYABACA, REGIÓN PIURA.**

**PRESENTADO POR**

**BR. LILIANA ELIZABETH SERNAQUÉ SILUPÚ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE SUELOS**



**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE  
FERTILIDAD EN ALGUNOS SUELOS DEL DISTRITO DE  
SAPILICA, PROVINCIA DE AYABACA, REGIÓN PIURA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**APROBADA POR:**

**DR. CÉSAR DELGADILLO FUKUSAKI**

**PRESIDENTE**

**ING° MIGUEL GALECIO JULCA M.Sc.**

**VOCAL**

**ING° JOSÉ ALBERTO IMÁN CHÁVEZ M.Sc.**

**SECRETARIO**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE SUELOS**



**"CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE  
FERTILIDAD EN PREDIOS BANANEROS DEL VALLE DEL CHIRA-  
REGIÓN PIURA."**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ING. JOSÉ REMIGIO ARGÜELLO M.Sc.**

**ASESOR**

**ING. WALDE ANIBAL FARIAS NUNURA.**

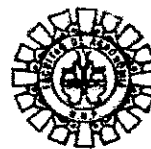
**CO - ASESOR**

**BR. LILIANA ELIZABETH SERNAQUÉ SILUPÚ.**

**TESISTA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
COMISION DE INVESTIGACION AGRICOLA



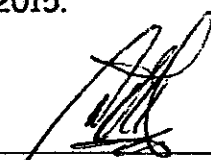
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS  
015 - 2015-CIAFA-UNP

Los miembros del jurado calificador que suscriben, congregados para estudiar el Trabajo de Tesis denominado "CARACTERIZACION Y EVALUACION DE LOS NIVELES DE FERTILIDAD EN ALGUNOS SUELOS DEL DISTRITO DE SAPILICA, PROVINCIA DE AYABACA, REGION PIURA", conducido por la Br. SERNAQUE SILUPU LILIANA ELIZABETH, asesorada por el Dr. Remigio Argüello José Y Co - asesorada por el Ing. Farías Nunura Walde Anibal.

Luego de oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran Aprobado....., en consecuencia queda en condiciones de ser calificado APTO para gestionar ante el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo de conformidad con lo estipulado en el artículo N° 171, inciso 2° del Estatuto General de la Universidad Nacional de Piura.

Piura, 06 de Mayo del 2015.

  
Dr. Cesar Delgadillo Fukusaki  
Presidente

  
Ing. Miguel Galecio Julca M.Sc.  
Vocal

  
Ing. José Alberto Imán Chávez M.Sc.  
Secretario

## **Dedicatoria**

- *A Dios* por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita fortaleza y amor.
- A la memoria de mi abuelo *Víctor Silupú*, que siempre estará en mi mente y mi corazón.
- A mis padres, *Andrea Silupú y Juan Sernaqué*, como señal de reconocimiento, con todo mi cariño, mi amor y gratitud.
- A mis hermanos *Cecilia y Juan Luis*; y a mi Sobrino *Adrián Jadir*, por ser mis principales motivos de superación y estar presente en cada paso, fortaleciéndome para encaminarme a lograr las metas trazadas.
- A mis adorables y apreciables familiares que de alguna manera contribuyeron insaciablemente en su afán de lograr las metas trazadas.
- A mis Profesores los cuales influyeron con sus lecciones y experiencias a lo largo de mi formación profesional.

## **Agradecimiento**

Especial: *“A Dios por la vida, por la hermosa familia que me dio y por bendecirme rodearme de gente que me permite aprender mucho de ellos, para seguir superándome día tras día”*

- **A mis Padres** por la confianza brindada durante el desarrollo de mi vida profesional y Personal.
- **A mis Hermanos y familiares** por su apoyo incondicional.
- **Al Ing. José Remigio Argüello** por la oportunidad y confianza brindada; además de su paciencia, orientación y asesoramiento durante el desarrollo de la investigación.
- **Al Ing. Walde Farías**, por sus consejos y el apoyo otorgado.
- **A los miembros del jurado**, que con sus acertadas apreciaciones y sugerencias han hecho posible que el presente trabajo se concluya de manera satisfactoria.
- **A mis amigos (as)**, por el apoyo brindado. En especial consideración a mis “hermanitas” *Giovana y Gabycita*; quienes han sido un pilar importante para mí en los momentos más difíciles.
- **A todas aquellas personas** que de una u otra forma han hecho lo posible la culminación de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>CAPÍTULO I</b>	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
<b>CAPÍTULO II</b>	
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Generalidades.....	3
2.2 Formación del suelo.....	3
2.3 Muestreos y análisis de suelo.....	5
2.4 Descripción de horizontes del suelo.....	7
2.5 Clasificación de los suelos.....	9
2.6 Estudios realizados en el departamento de Piura.....	11
2.7 Fertilidad del suelo.....	14
2.8 Cultivos representativos de la zona en estudio.....	15
2.8.1 Palto Hass.....	15
2.8.1.1 Exportación de Palto Hass en el Perú.....	19
2.8.2 Cacao.....	20
2.8.2.1 Exportación de cacao en el Perú.....	22
2.8.3 Café.....	23
2.8.3.1 Exportación de café en el Perú.....	24
<b>CAPÍTULO III</b>	
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	25
3.2 Materiales y equipos.....	26
3.2.1 Material Cartográfico Básico.....	26
3.2.2 Equipo y Material de Campo.....	26
3.2.3 Equipos y Material de Laboratorio.....	26
3.2.4 Material de Gabinete y /o Escritorio.....	26



3.3 Metodología del Estudio.....	26
3.3.1 Trabajo de Gabinete I.....	27
3.3.2 Trabajo de Campo.....	27
3.3.3 Trabajo de Laboratorio.....	28
3.3.4 Trabajo de Gabinete II.....	29

## **CAPÍTULO IV**

4. Resultados y discusión.....	30
4.1 Resultados.....	30
4.1.1 Descripción general de la zona de estudio.....	30
4.1.1.1 Localización política del Distrito de Sapollica.....	30
4.1.1.2 Ubicación de calicatas y muestras estudiadas.....	30
4.1.1.3 Ecología.....	31
4.1.2 Descripción Morfológica de los perfiles estudiados.....	33
4.1.2.1 Suelo Representativo del Sector Coletas – Muestra superficial C1.....	34
4.1.2.2 Suelo Representativo del Sector Masías – Muestra superficial C2.....	35
4.1.2.3 Suelo Representativo del Sector Naranjo – Muestra superficial C3.....	37
4.1.2.4 Suelo Representativo del Sector Pampa Larga – Muestra superficial C4.....	38
4.1.2.5 Suelo Representativo del Sector Sauce Rapela – Muestra superficial C5.....	40
4.1.2.6 Suelo Representativo del Sector Huacan – Muestra superficial C6.....	41
4.1.2.7 Perfil representativo del suelo – Calicata C7.....	43
4.1.2.8 Perfil representativo del suelo – Calicata C8.....	45
4.1.2.9 Perfil representativo del suelo – Calicata C15.....	47
4.1.2.10 Perfil representativo del suelo – Calicata C17.....	49
4.2 Discusión de Resultados.....	51
4.2.1 Sapollica – 6 sectores.....	51
4.2.2 Sapollica – Sector Sapollica.....	58
4.2.3 Sapollica – Sector Palto.....	65
4.2.4 Sapollica – Sector Timbes Huabal.....	71
4.2.5 Sapollica – Sector Nuevo Progreso.....	78
4.3 Interpretación de los resultados de análisis de suelos.....	85

4.4 Calificación del nivel de fertilidad de los suelos.....	90
4.5 Recomendación de fertilización para los cultivos de palto, cacao y café.....	91
 <b>CAPITULO V</b>	
5. CONCLUSIONES.....	93
 <b>CAPÍTULO VI</b>	
6. RECOMENDACIONES.....	95
 <b>CAPÍTULO VII</b>	
7. BIBLIOGRAFÍA.....	96
8. LINKOGRAFÍA.....	98
 ANEXOS.....	 99

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
Gráfico 1. Valores de pH, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6.....	51
Gráfico 2. Valores de C. E, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6.....	52
Gráfico 3. Valores de C.IC, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6.....	53
Gráfico 4. Valores de M. O, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6.....	54
Gráfico 5. Valores de Nitrógeno, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6	55
Gráfico 6. Valores de Fósforo, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6...	55
Gráfico 7. Valores de Potasio, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6...	56
Gráfico 8. Clase textural, Muestras superficiales N° C1, C2, C3, C4, C5 y C6.....	57
Gráfico 9. Valores de pH, calicata C7.....	58
Gráfico 10. Valores de Conductividad Eléctrica, calicata C7.....	59
Gráfico 11. Valores de C.IC, calicata C7.....	60
Gráfico 12. Valores de Materia Orgánica, calicata C7.....	61
Gráfico 13. Valores de Nitrógeno, calicata C7.....	62
Gráfico 14. Valores de Fósforo, calicata C7.....	62
Gráfico 15. Valores de Potasio, calicata C7.....	63
Gráfico 16. Clase textural, calicata C7.....	63
Gráfico 17. Valores de pH, calicata C8.....	65
Gráfico 18. Valores de Conductividad Eléctrica, calicata C8.....	66
Gráfico 19. Valores de C.IC, calicata C8.....	67
Gráfico 20. Valores de Materia Orgánica, calicata C8.....	68
Gráfico 21. Valores de Nitrógeno, calicata C8.....	68
Gráfico 22. Valores de Fósforo, calicata C8.....	69
Gráfico 23. Valores de Potasio, calicata C8.....	70
Gráfico 24. Clase textural, calicata C8.....	70
Gráfico 25. Valores de pH, calicata C15.....	71
Gráfico 26. Valores de Conductividad Eléctrica, calicata C15.....	72
Gráfico 27. Valores de C.IC, calicata C15.....	73
Gráfico 28. Valores de Materia Orgánica, calicata C15.....	74

Gráfico 29. Valores de Nitrógeno, calicata C15.....	74
Gráfico 30. Valores de Fósforo, calicata C15.....	75
Gráfico 31. Valores de Potasio, calicata C15.....	76
Gráfico 32. Clase textural, calicata C15.....	77
Gráfico 33. Valores de pH, calicata C17.....	78
Gráfico 34. Valores de Conductividad Eléctrica, calicata C17.....	79
Gráfico 35. Valores de C.I.C, calicata C17.....	80
Gráfico 36. Valores de Materia Orgánica, calicata C17.....	81
Gráfico 37. Valores de Nitrógeno, calicata C17.....	82
Gráfico 38. Valores de Fósforo, calicata C17.....	82
Gráfico 39. Valores de Potasio, calicata C17.....	83
Gráfico 40. Clase textural, calicata C17.....	84

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro N°1. Esquema de Clasificación por Capacidad de Uso Mayor.....	10
Cuadro N°2. Rangos de fases por pendiente.....	11
Cuadro N°3. Clasificación de Suelos en la Sierra de Piura.....	13
Cuadro N°4. Valores críticos para interpretación de los niveles de fertilidad.....	15
Cuadro N° 5. Número de Horizontes estudiados por zonas.....	28
Cuadro N° 6. Características y métodos empleados en el laboratorio para el análisis de Suelos.....	29
Cuadro N°7. Ubicación de muestras superficiales y de calicatas estudiadas en el distrito de Sapillica.....	30
Cuadro N°8. Síntesis de los resultados de análisis de Suelos.....	85
Cuadro N°9. Calificación del nivel de fertilidad de los suelos.....	90
Cuadro N°10. Dosis de fertilización tomando en cuenta cosecha de Palto 2 Tn/Ha....	91
Cuadro N°11. Dosis de fertilización tomando en cuenta cosecha de Cacao 1.5 Tn/Ha	91
Cuadro N°12. Dosis de fertilización tomando en cuenta cosecha de Café de 50 qq/Ha.	92

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Resultados de Análisis de Laboratorio.....	99
Anexo 2. Triángulo Textural.....	101
Anexo 3. Tablas y escalas para interpretación de análisis de suelos.....	102
Anexo 4. Información sobre fertilizantes opcionales a ser utilizados en el abonamiento de Palto, Café y de Cacao.....	108
Anexo 5. Panel Fotográfico.....	112

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación. (Fuente: Google earth)	25

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El monitoreo y registro del estado de la fertilidad de los suelos es un aspecto de suma importancia en todo sistema de producción agrícola, ya que los rendimientos, dependen en gran medida de la capacidad que tenga el factor suelo para proveer a la planta de todos los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento y desarrollo.

El análisis químico de la disponibilidad de nutrimentos es una de las herramientas más prácticas y accesibles con las que cuenta el profesional en agronomía, al momento de realizar un diagnóstico confiable del estado de la fertilidad de los suelos. A través del análisis químico se puede identificar y cuantificar fácilmente las principales limitantes nutricionales que se presentan en un sitio específico, y es una fuente de información importante que se debe conocer al momento de elaborar un plan de manejo nutricional para un determinado cultivo.

Además de la información brindada por el análisis de suelo, el uso de bases de datos con los registros acumulados de este tipo de información es otro instrumento de gran valor en el estudio de la fertilidad de los suelos. Este conjunto de datos acumulados y ordenados sirven como un parámetro real para valorar los cambios que ocurren a través del tiempo dentro de un sistema de producción agrícola, como producto de las diferentes prácticas de manejo aplicadas y la variación natural del suelo.

Por lo señalado anteriormente, se ha creído conveniente realizar el presente trabajo de investigación, con la finalidad de conocer los niveles adecuados de fertilización de los suelos estudiados en los cultivos de Palto Variedad Hass, Cacao y Café, de esta manera se puede dar recomendaciones para el uso adecuado de estos suelos.

El presente trabajo de Investigación está definido dentro de las actividades de evaluación de Recursos Naturales que promueve el Departamento Académico de Suelos en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura.

## **OBJETIVOS**

- Realizar la caracterización de suelos en 10 predios pertenecientes al distrito de Sapollica, provincia de Ayabaca, Región Piura.
- Interpretar los niveles de fertilidad de los suelos muestreados y analizados, provenientes del distrito de Sapollica.
- Realizar las recomendaciones de fertilización para los cultivos de Palto variedad Hass, Cacao y Café.

## **CAPITULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. GENERALIDADES.**

Porta, J. et al. (2011). Los suelos constituyen una cubierta delgada en la superficie terrestre, de unos pocos centímetros a varios metros. Como cuerpo natural, el suelo constituye una interfase que permite intercambiar entre la litosfera, biosfera y atmósfera.

Los suelos permiten el enraizamiento de las plantas (anclaje), con los que estas pueden obtener agua, oxígeno y nutrientes. Gracias al suelo y a la radiación solar, las plantas, por medio de la fotosíntesis, producen alimentos, forrajes, fibras, masa forestal y energías renovables. Los suelos son la base de todos los ecosistemas terrestres, y hacen posible la vida en el planeta.

#### **2.2. FORMACIÓN DEL SUELO.**

En la década del 40, Jenny H.(1941), definió los factores que intervienen en la formación del suelo, mediante el siguiente modelo, sencillo sólo en su presentación:

$$S = f(C, MP, O, R, T)$$

Donde: S : Desarrollo del suelo.

C : Clima.

MP : Material parental.

O : Organismos.

R : Relieve.

T : Tiempo.



Según el modelo planteado, el desarrollo del suelo es función de la acción de un clima y sus organismos asociados sobre un material parental, bajo el control de un relieve, durante un determinado período de tiempo.

Los factores incluidos son los Factores de Formación del Suelo y son los que controlan el accionar de los procesos pedogenéticos, tanto en su tipo como en su intensidad.

Indica Zavala (1987), que los factores de formación, son agentes condicionantes que en combinación conjunta determinan los procesos internos que producen el perfil del suelo, mientras estos factores (Clima, material madre, topografía ,organismos y edad de la superficie), sean constante, el sistema del suelo será el mismo, tan pronto cambie uno o varios factores se tendrá un nuevo sistema o un suelo diferente

Honorato (2000). Los procesos evolutivos culminan en un perfil característico, resultante de todas las formaciones bajo ciertas condiciones específicas, ocurridas a partir de la meteorización de las rocas y de la descomposición de los materiales procedentes de organismos asociaciones con ellas. El proceso es extremadamente lento y no se puede observar en todas sus etapas pero es posible hacer una correlación entre los factores de formación y las características del suelo.

Boulaine y Aubert, (1967), Es el producto de la alteración, de la reestructuración y de la organización de las capas superiores de la corteza terrestre bajo la acción de la vida, de la atmósfera y de los intercambios de energía que en ella se manifiesta.

Moreno, C.(1989), define al suelo como una colección de cuerpos naturales sobre la superficie de la tierra, los cuales contienen materia viviente y soportan o son capaces de soportar plantas; también se define como el conjunto de cuerpos naturales que ocupan las porciones de la superficie terrestre, que dan sustento a las plantas y que tienen propiedades debido al efecto integrado del clima y la materia viva al actuar durante periodos sobre el material originario, en grado condicionado por el relieve.

### 2.3. MUESTREOS Y ANÁLISIS DE SUELOS

Rodríguez et al. (2011). La validez del resultado de un análisis de suelos depende básicamente del grado en que la muestra representa las condiciones que se quieren evaluar y de la precisión del método empleado. Por tal motivo hay factores que deben tomarse en cuenta al efectuar el muestreo de suelos con fines de fertilidad.

U.S.D.A. (2009), define al término pedón como la mínima área que se debe describir y muestrear en un suelo para tipificar la naturaleza y al arreglo de sus horizontes y la variabilidad en las otras propiedades que se manifiestan en las muestras.

También define el término polipedón como unidad de clasificación para el reconocimiento de los suelos; y se localiza en lugares donde habido o existen diferencias importantes en uno o más de los factores de formación del suelo, principalmente por su influencia en el régimen de humedad del suelo tal como el "ustic"; y el régimen de temperatura tal como el "mesic" incluyendo así mismo los horizontes de diagnóstico superficiales como el "Ochric"

Fitzpatrick, E. (1978) señala que el investigador de suelos al hacer un reconocimiento, no solo observa el suelo superficial en que se desarrolla las plantas, sino que al mismo tiempo, analiza las capas subyacentes. Así mismo considera que los estudios agroecológicos representa una tarea científica delicada puesto que se representan áreas de transición entre sí. Además esta transición no se manifiesta en forma clara en la superficie de la tierra y deberá determinarse por medio de las observaciones en el perfil y en cada punto de inspección se registran las propiedades del suelo en un mapa. Por lo que los suelos constituyen el recurso natural más importante en el mundo y en el mapa de suelos es la representación espacial de dichos recursos.

F.A.O (1976). Señala que la finalidad de la descripción de suelos es ofrecer información que permita al lector la comprensión de las características del suelo y compararlas con las de otro suelo de los cuales se posee descripciones o un conocimiento personal. La comparación de descripciones de suelos se facilita cuando en la presentación de datos se observa un ordenamiento sistemático.

Al preparar una descripción. El edafólogo deberá imaginar que el lector no tiene conocimiento alguno del suelo ni de su ubicación. Dado al mayor detalle posible al respecto.

Barreira, E. (1978), recomienda que para estudiar un perfil del suelo, se abre una calicata de profundidad acorde con el espesor del suelo, de cada horizonte se toman muestras y se identifican. Del área cuyo perfil representativo estudiamos, se toman muestras de la capa arable del suelo por esta importante para fertilidad inmediata y manejo racional del suelo, de 10 a 15 muestras separadas constituyen una muestra representativa de cada campo. En una cartilla aparte se consignan también con otros datos que interesan.

Gelderman et D y L. (1988), Es importante recordar que el muestreo de suelo provee un índice de nutrientes disponibles que se correlaciona a su vez con el crecimiento de las plantas.

Petersén and Calvin, (1986). El muestro es el primer paso de un análisis químico de suelo, y el más crítico, ya que se constituye en la fuente de error más común.

Zamuner et al. (2003) La profundidad de muestreo está determinada por el nutriente o propiedad del suelo que se pretende cuantificar. Así, la materia orgánica y el pH se miden habitualmente en capa superficial (0-20 cm) ya que es la profundidad donde ejercen mayor influencia.

Para fósforo también se ha recomendado la profundidad de 0-20 cm. La profundidad de 20-40 cm no mejora la correlación con el crecimiento y la respuesta a la fertilización, Tampoco el muestreo 0-5 cm mejora dicha correlación.

Cline. (1944), expresó que el límite de exactitud está dado por el muestreo y no por el análisis. Esto sucede porque a través de pocas muestras (generalmente no más de 1 kg de suelo) se pretende representar la disponibilidad de nutrientes de miles de toneladas de suelo. Tanto es así que 1 kg de suelo significa el 0,0000005 % del peso medio de 1 ha (0-20 cm). Adicionalmente, Si tomamos en cuenta que dentro de la superficie que queremos representar existe una gran variabilidad, la dificultad para realizar un buen muestreo es aún mayor.

## **2.4. DESCRIPCION DE HORIZONTES DEL SUELO.**

Buol et al. (2000). Da a conocer que los Horizontes maestros o mayores se designan con letras mayúsculas, las subdivisiones de los horizontes maestros se designan con números arábigos, y los clasifica en dos grupos

### **Horizontes Orgánicos**

- Están formados o en formación en la parte superior de los suelos minerales.
- Contienen más del 30 % de Materia Orgánica cuando la fracción mineral posea más del 50 % de arcilla.
- contienen más del 20 % de Materia Orgánica, si la fracción mineral no posee arcilla.

**O1;** Son horizontes orgánicos en los cuales los restos vegetales depuestos se encuentran en descomposición. Frecuentemente los residuos orgánicos vegetales o los residuos posmortales de la fauna, es posible identificarlos de dónde provienen, pues aún se pueden visualizar sus formas y tamaños.

**O2;** Son horizontes orgánicos dónde la descomposición y transformación es tal, que ya no se puede reconocer la forma original de la mayor parte de los materiales o los restos vegetales o animales depositados

**Horizontes Minerales.** Consideraremos aquí sólo los horizontes A, B, C y R.

**A1.** Es un horizonte mineral formado o en formación junto a la superficie. Tienen como principal característica, la acumulación de Materia Orgánica humificada, íntimamente asociada a la fracción mineral. Es generalmente, aunque no siempre, el horizonte más oscuro del perfil.

**A2.** Es el horizonte mineral en que se destaca la mayor lixiviación el mayor lavado de arcilla, hierro y aluminio. Se diferencia de A1, por ser de color más claro y por tener un porcentaje menor de MO.

**AB.** Horizonte de transición entre A y B.

**AC.** Es también un horizonte transicional poco común entre A y C que tiene tanto propiedades de uno como de otro, pero no está dominado por las propiedades ni por las características de A ni de C, siendo más bien intermedio entre ambos.

**B.** Horizontes de Concentración iluvial (proveniente en su mayoría del lavado de A o de otras partes del suelo) de arcillas silicatadas, humus, óxidos hidratados de hierro o aluminio etc., que se pueden encontrar solos o acompañados, que no se hayan formado a partir de la eliminación de carbonatos o de sales solubles.

El revestimiento de sesquióxidos puede ser suficiente para que resulte en un color más oscuro incluso más fuerte o más rojo que el de los horizontes vecinos, pero sin una aparente acumulación de hierro de otros horizontes. Incluso si no se dan algunas de estas condiciones, una alteración de la condición original del material que hace desaparecer la estructura de la roca original que forma arcillas de silicatos, libera óxidos o ambas cosas y forma estructuras granulares de bloques o prismáticos, si en las texturas los cambios de volumen van acompañados de cambios en el contenido de agua.

**B1.** Es un horizonte de transición entre A2 y B, o entre A1 y A2

**B2.** Es la parte del horizonte B dónde las propiedades en las cuales se basa el B, carecen de caracteres subordinados netos, que indiquen que el horizonte es transicional a un A adyacente por encima de un C o de un R, adyacentes por debajo, es una capa del perfil del suelo dónde se da la mayor concentración de elementos provenientes del arrastre de los horizontes superiores.

**B3.** Este horizonte indica que existe una transición entre B y C.

**C.** Es un horizonte o una capa mineral que no comprende el estrato rocoso y que puede ser similar o no, al material del cual presumiblemente se formaron los horizontes A y B. Es un horizonte además, poco modificado por los diferentes procesos pedogenéticos por encontrarse muy profundo, por lo que si queda expuesto por alguna razón, los mismos actúan con mayor vigor. Es importante destacar que el horizonte C puede no ser el material madre propiamente dicho, sino que simplemente se puede parecer a él. También puede llamarse material parental.

**R.** Es la roca madre que dio origen al suelo (pero puede no serlo), suprayacente a él. Puede darse el caso de que exista una discontinuidad litológica y en ese caso se debe usar un número romano correspondiente para denotarlo. Estrato rocoso consolidado subyacente compuesto por granitos, areniscas, calizas, basaltos etc.

## **2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.**

El sistema de clasificación taxonómica es el “Soil Taxonomy” publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en su doceava edición del año 2014, es un sistema multicategorico que consta de 6 categorías: Orden, Sub Orden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie de suelos. Este sistema tiene dentro de su estructura, hasta la fecha, 12 órdenes de suelos, los cuales en su mayoría se encuentran en el territorio nacional.

El sistema de clasificación adoptado, para la aptitud de uso de la tierra, es el del Reglamento de Clasificación de Tierras del Ministerio de Agricultura del Perú, en términos Capacidad de Uso Mayor, según D.S. N° 017-2009-AG del 2 de Septiembre de 2009.

La Capacidad de Uso Mayor de las tierras se refiere al mejor aprovechamiento que se puede dar a los suelos identificados. Para ello, se relaciona las propiedades fisico-químicas y biológicas del perfil del suelo, con las características del ambiente que lo rodea.

El resultado lleva a la delimitación de áreas que pueden ser dedicados a propósitos definidos. Comprende tres categorías de clasificación: grupo, clase y subclase; las cuales se muestran en el cuadro N°1.

**Cuadro N°1. Esquema de Clasificación por Capacidad de Uso Mayor**

<b>Grupo de Uso Mayor</b>	<b>Clase (Calidad Agrológica)</b>	<b>Subclase (Limitaciones o Deficiencias)</b>
Tierras para cultivos en limpio (A)	Alta (A1) Media (A2) Baja (A3)	No hay limitaciones. A partir de la clase A2 se presentan una o más de las siguientes limitaciones o deficiencias:  suelos (s) drenaje (w) erosión (e) clima (c) salinidad (l) inundación (i)
Tierra para cultivos permanentes (C)	Alta (C1) Media (C2) Baja (C3)	
Tierra para pastos (P)	Alta (P1) Media (P2) Baja (P3)	
Tierras para forestales de producción (F)	Alta (F1) Media (F2) Baja (F3)	
Tierras de protección (X)		

Fuente: D.S. 017-2009-AG

El grupo es la categoría que representa la más alta abstracción agrupando los suelos de acuerdo a su capacidad máxima de uso. Reúne suelos que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción, ya sea de cultivos en limpio o intensivos, cultivos permanentes, pastos y producción forestal, constituyendo el resto a fines de protección.

Las tierras de protección no presentan las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastoreo o producción forestal. Se incluyen dentro de este grupo los picos, nevados, pantanos, playas, cauces de ríos y otras tierras, que aunque presenten vegetación natural boscosa, arbustiva o herbácea, su uso en actividades agropecuarias o forestales no es económico y deben ser manejadas con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, paisajísticos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o interés social.

La clase agrupa los suelos en base a su calidad agrológica, la cual es la síntesis que traduce la fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo – agua y las características climáticas dominantes. Representa el resumen de la potencialidad del suelo, existiendo tres clases de calidad agrológica: Alta, Media y Baja.

La subclase constituye una categoría establecida en función de los factores limitantes y de los riesgos que restringen el uso del suelo. Se reconocen seis factores limitantes: suelo (s), clima (c), topografía – erosión (e), drenaje (w), salinidad (l) e inundación (i).

#### **Grado de la pendiente.**

La pendiente constituye un elemento importante dentro del factor topográfico y está vinculada a la susceptibilidad de los suelos a la erosión y a sus condiciones de aptitud para el riego.

**Cuadro N°2. Rangos de Fases por Pendiente**

<b>CLASE</b>	<b>RANGO (%)</b>	<b>TÉRMINO DESCRIPTIVO</b>
<b>A</b>	0 - 2	Plana casi a Nivel
<b>B</b>	2 - 4	Ligeramente Inclinada
<b>C</b>	4 - 8	Moderadamente Inclinada
<b>D</b>	8 - 15	Fuertemente Inclinada
<b>E</b>	15 - 25	Moderadamente Empinada
<b>F</b>	25 - 50	Empinada
<b>G</b>	50 - 75	Muy Empinada
<b>H</b>	> 75	Extremadamente empinada

Fuente: D.S. 017-2009-AG.

Es importante la determinación de su valor, la cual debe tenerse en cuenta para nivelación con fines de riego. Para los fines del presente estudio, y de acuerdo a las características de la zona, se han determinado valores de pendiente desde planos a ligeramente inclinados.

## **2.6. ESTUDIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA**

PRONAMACHS (1998), refiere que la ecología de la microcuenca de los Molinos está identificada como monte espinoso - premontano tropical, bosques secos - premontano tropical, bosques secos - premontano tropical transicional y bosques húmedos - montano bajo tropical. La temperatura media anual es de alrededor de 13° centígrados y que el promedio de precipitación total anual es de 1,173 milímetros cifra relativamente bajo. Las tierras con vocación agrícola son usadas bajo el sistema secano, con excepción de algunas pequeñas áreas en los sectores más bajos donde se complementa con agua de riego.



Calero (1987), efectuó estudios en caracterización genética y morfológica de algunos suelos de Ayabaca, estudiando los suelos en áreas que abarcan, el bosque seco subtropical en la serie "Pueblo Nuevo" y bosque húmedo Montano bajo en "Koyma" (cercana a la serie Cuñala) y "Guayacanes". El autor clasificó los suelos, de acuerdo a la Taxonomía de la Ciencia del Suelo, como: Typic Ustorthents (Pueblo Nuevo), VerticHaplustalfs (Koyma), Ustic Tropohumults (Guayacanes) y Ustic Humitropepts (Series Chorros y Palambla).

Remigio (1998), realizó estudios en la microcuenca "Los Molinos" -Ayabaca y determinó que las características climáticas de los suelos del área de estudio, corresponden a suelos de montañas tropicales variando del seco y cálido hasta el húmedo y frío. Son de formación residual y coluvio-aluvial con material originario proveniente mayormente de rocas volcánicas y sedimentarias. Así mismo, encontró nueve consociaciones, las cuales son: Chonta, Tailín, Horcones, Pueblo Nuevo, Pite, Cuñala, Sicacate alto, Montero y Chinchinpampa. Se ha clasificado a los suelos en nueve grandes grupos, según USDA (26): Torrifluvents, Torriorthents, Ustorthents, Calciorthis, Haplustalfs, Ustropepts, Ustochrepts, Argiustolls y Haplustolls, correspondiendo al sistema FAO (1992), los grupos: Fluvisol, Regosol, Cambisol y Phaeozem.

Remigio (2005). Realizó el estudio "Determinación De Las Unidades Edáficas En La Subcuenta Del Río Yapatera. En el área de estudio se ha identificado dos (2) órdenes de suelos, tres (3) subórdenes y cuatro (4) grandes grupos.

Las unidades de suelos clasificadas se agrupan en número de cinco, se encuentran suelos con un desarrollo incipiente por la presencia de un horizonte delgado de acumulación de coloides orgánicos y minerales (humus y arcillas en el horizonte B), tal como aquellos suelos de la unidad denominada Huamingas.

De otro lado se ha encontrado suelos con menor desarrollo genético, suelos agrupados en el orden Entisoles, son las unidades de suelos Morropón, Pelingará, Tejedores y Frías Bajo.

Remigio (2004), Realizó el trabajo de investigación "Caracterización e Interpretación de Perfiles Modales en Suelos de la Sierra de Piura". Identificó Cinco

órdenes de suelos, siete Subórdenes y siete Grandes Grupos de Suelos, tal como se muestra en el cuadro a continuación.

Cuadro N°3. Clasificación de Suelos en la Sierra de Piura.

SOIL TAXONOMY (1999)			FAO (1992)GRUPO	SUELOS INCLUIDOS
ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO		
Entisols	Fluvents	Torrifluvents	Fluvisol	Montero
	Orthents	Torriorthents	Regosol	Frías Bajo
Aridisols	Orthids	Cambortids	Cambisol	Paltashaco
Alfisols	Ustalfs	Haplustalfs	Phaeozem	Canchaque
Inceptisols	Tropepts	Ustropepts	Cambisol	Chalaco Frías Alto
	Ochrepts	Ustochrepts	Cambisol	Santo Domingo Cuyas
Andisols	Torrands	Haplotorrands	Andosols	El Abra.

Fuente; Remigio (2004).

Ruiz, O.(1998),efectúo estudios en Génesis, Morfología y taxonomía de algunos suelos de la comunidad de "Chalaco", determinando que la textura de estos suelos varía de franco arcillosa a franco arenoso; en cuyo suelo se detectó la presencia de los epipedones Umbric y Ochric. En cuanto al pH, éstos son ácidos en su mayoría, el porcentaje de carbón orgánico disminuye con la profundidad, son pobres en materia orgánica, pobres en fósforo, e inclusive se encontró Al intercambiable.

Torres (1985), realizó estudios en la zona de "Santo Domingo", evaluó en 19 localidades, encontrando rangos de pH 5.3 a 6.2; materia orgánica varía de 0.5 a 8.3%, el fósforo disponible de 18 a 164 Kg /ha, potasio disponible 260-818 Kg /ha y la textura de estos suelos es franca.

Los FLUVISOLES desde su aspecto agronómico o de potencial de uso, los Fluvisoles de las áreas agrícolas bajo riego conforman los grupos edáficos de más alto valor para propósitos agrícolas intensivos, en base a su dotación de agua, alta capacidad buenas características fisico-químicas generales.

Estableciendo la correlación con el Sistema Pedológico de Norteamérica (1970), estos suelos se clasifican dentro del Orden ENTISOL, Suborden FLUVENT y

del Gran Grupo USTIFLUVENT, para aquellos suelos propios de los valles aluviales irrigados y TORRIFLUVENT, típico de las planicies áridas costeras (rellenos fluviónicos secos).

Los REGOSOLES Agronómicamente, presentan una potencialidad o vocación bastante variable, vinculado estrechamente a su relieve topográfico y al tamaño de la partícula de la fracción arenosa, factores importantes y decisivos que influyen en la adaptabilidad de los Regosoles éútricos para propósitos netamente agrícolas. Evidentemente, los Regosoles de arena fina o media y de topografía bastante homogénea hasta plana son los que acusan potencialidad para la fijación de cultivos propios al medio ecológico dominante del Desierto. Siempre y cuando dispongan de dotaciones adecuadas de agua.

Los VERTISOLES Agronómicamente, son considerados de moderada a buena aptitud agrícola, siempre y cuando sean manejados racional y apropiadamente. Presentan gran valor para la fijación de una amplia variedad de cultivos propios del medio ecológico que domina la porción norte de la Costa, presentando mejor capacidad agroecológica aquellos situados en relieves suaves a ondulados. Una vez acondicionados para los propósitos agrícolas, se caracterizan por su gran productividad y retentividad hídrica.

## **2.7. FERTILIDAD DEL SUELO.**

Sánchez, J. (2007). La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales -fertilidad química- pero que no está provisto de buenas condiciones físicas y viceversa.

Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por

ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces en un suelo fértil, no productivo.

Carefoot et al. (1989) La absorción de N puede tener una correlación más alta con N a 0-30 cm que a 0-60 cm (Por otro lado, el N en el suelo por debajo de los 30 cm no afecta tanto la recomendación de fertilización como el N en los primeros 30 cm.

Diario Oficial El Peruano. (2009) Relacionada al contenido de macronutrientes: materia orgánica (nitrógeno), fósforo y potasio de la capa superficial del suelo, hasta 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se determina aplicándose la ley del mínimo, ello quiere decir que es definida por el parámetro que presenta el menor valor. Mediante D.S. N017-2009-AG.

Cuadro N°4. Valores críticos para interpretación de los niveles de fertilidad.

<b>NIVEL</b>	<b>MATERIA ORGANICA (%)</b>	<b>FOSFORO DISPONIBLE (ppm)</b>	<b>POTASIO DISPONIBLE (ppm)</b>
<b>Alto</b>	<b>Menos de 2</b>	<b>Menor de 7</b>	<b>Menor de 100</b>
<b>Medio</b>	<b>2 – 4</b>	<b>7 – 14</b>	<b>100 – 240</b>
<b>Bajo</b>	<b>Mayor de 4</b>	<b>Mayor 14</b>	<b>Mayor de 240</b>

Fuente: D.S. N°017-2009-AG.

## **2.8. CULTIVOS REPRESENTATIVOS DE LA ZONA EN ESTUDIO**

### **2.8.1. PALTO HASS**

#### **Origen.**

El origen de los Paltos (*Persea americana* Mill), se encuentra dispersa en las zonas tropicales y subtropicales desde el Perú, Precolombino hasta México. La Palta graficada en los ornamentos de los cementerios en Chimbote y Trujillo con 8 mil años de antigüedad lo demuestra.

#### **Clasificación botánica**

Familia: Laurácea

Raza Mexicana, *Persea americana* var. *Drymifolia* originaria de México.

Raza Guatemalteca; origen del centro de Guatemala *Persea americana* var. *Guatemalensis*

## **Manejo Agronómico**

El Palto (*Persea americana*, Mill) es una importante fuente nutricional y económica. Dependerá que el productor dedique la mayor atención al cultivo para transformar esta inversión, en rentabilidad durante 50 años de vida comercial. Los daños económicos por plagas y enfermedades son consecuencia de los malos manejos del cultivo.

El productor agropecuario deberá dedicarse con mayor atención a este cultivo para transformar su inversión, en rentabilidad durante muchos años de vida comercial, la presencia de plagas y enfermedades que generan daños económicos son consecuencia de los malos manejos del cultivo, por lo que el productor agropecuario debe llevar un buen manejo agronómico en el cultivo del palto considerando que este cultivo es una importante fuente nutritiva y a la vez muy económica, debiéndose tener en cuenta lo siguiente:

### **Suelo y clima**

Los paltos se cultivan desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm; la temperatura y la lluvia son los factores de mayor incidencia en el cultivo como:

La temperatura influye en la producción del palto, según la raza y calidad del patrón dependerá la resistencia al frío extremo. Las sequías prolongadas afectan el cultivo, el exceso de lluvias en la floración o cuajado de frutos causa su pérdida y enfermedades. Se recomienda suelos profundos, franco arenoso, textura liviana con pH 5.6 a 6.5, y los suelos arcillosos con buen drenaje también son adecuados.

Productor agropecuario si tienes suelos con deficiente estructura, cultiva el palto en camellones con 80 cm, de altura y riego tecnificado, para lograr eficiencia nutricional.

Los paltos son originarios de suelos macro porosos y aireados favoreciendo a las plantaciones de palta para producir 25 TM/ha y la diferencia de otras plantaciones con suelo poco aireados; compactos pH 5,6 a 6 producen solo 9 TM/ha.

Se recomienda el análisis de suelo para determinar los planes adecuados para el desarrollo productivo sostenible. Además por la gran variabilidad de los suelos estas estructuras pueden no ser favorables.

## **Floración**

Los paltos presentan estados especiales de floración denominada Sincronía Floral, durante el día puede abrirse como masculina y cerrarse, para luego abrirse como femenina; la polinización se cumple en cada una de estas fases en forma diferente en cultivares Fuerte, Nabal, Hass.

## **Densidad de siembra**

En la actualidad las nuevas plantaciones de palto en el valle de Santa Catalina, tienen distancias más cortas a diferencia de aquellas siembras de años atrás. Su distanciamiento puede ser un promedio de 4x4 mts con una población de 625 plantas. La producción es variable, teniendo un promedio de 25 t/ha, las empresas exportadoras tienen mayor producción ya que utilizan mejores recursos, terrenos planos y con riego tecnificado, con los estudios de suelos, luz solar suficiente para no afectar el cultivo, logrando altos rendimientos.

En la región alto andina, los paltos cultivados en las laderas tienen mayor productividad que las zonas bajas, cuenta a su favor suelos permeables y las heladas no afectan las partes altas, emplear 5x5,6x5 para obtener rendimientos promedio 18 t/ha.

## **Riegos**

Los momentos más importantes de necesidad de agua en el palto sin afectar su producción son: Durante el proceso de floración y cuaja, así mismo a los 100 primeros días post cuajado.

## **Riego Tradicional**

No inundar de agua o saturar el suelo, los riegos deben hacerse en forma circular en la proyección de la copa del árbol, hacer tazas comunicadas por un surco lateral. Tener en cuenta que las malas estructuras de suelo, la sobre saturación y poco drenaje del riego; causan un conjunto de enfermedades y muerte de la plantación.

## **Frecuencia de riego tradicional:**

1 riego cada 15 días en invierno

1 riego cada 7 días Octubre – Diciembre.

La frecuencia de riego superficial puede variar según la textura del suelo y retención del agua.

### **Fertilización**

Las necesidades nutricionales en la producción de palta son variables y dependerá de la edad de la planta, característica y es muy necesario el análisis de suelo para determinar la dosificación real de los fertilizantes que se deben aplicar a la plantación. Se dosifican de abono por el sistema por goteo (Fertiriego) o el método tradicional debemos ubicar los abonos en la proyección de la copa de los árboles, además debe considerarse los tratamientos vía foliar.

### **Poda**

Durante el desarrollo del palto, es necesario realizar poda de formación, Control fitosanitario y del crecimiento vegetativo de altura, evitar el emboscamiento con la reducción de la intensidad de luz. Toda poda se realiza con herramientas adecuadas, serruchos, tijeras, desinfectadas por cada planta; luego desinfectar las heridas con fungicidas a base de cobre. Eliminar las ramas que tengan contacto con el suelo, además es importante que cada poda sea sin dejar “muñones” o porción de rama.

### **Control de malezas**

El Control de Malezas es una de las principales labores culturales en el manejo del cultivo del palto. La amplia diversidad de malezas ejerce amplia competencia por el uso del agua y nutrientes, además de ser hospederos de plagas, enfermedades, hacen de las malezas un serio problema. Los agentes de control son agentes químicos; los herbicidas deben ser aplicados previa evaluación, como pre emergente o post emergente.

### **Plagas**

Número alto de insectos y ácaros afectan al palto, el SENASA considera en el programa cuarentenario para la exportación de paltas a: *Ceratitis capitata* (mosca de la

fruta), *Anastrepha* spp (mosca de la fruta), Otros Trips del palto (*Heliothrips haemorrhoidalis*), el pulgón, la araña roja; los tratamientos preventivos antes de la inflorescencia. 3 aplicaciones: 10% de la floración, a 100% de floración y en frutas cuajadas, se debe aplicar:

Permetrina CE49: dosis 125 ml/200l de agua Dimetoato 500g/l CE: dosis 250 ml/200l agua.

#### **2.8.1.1.EXPORTACIÓN DE PALTO HASS EN EL PERÚ.**

De acuerdo a link (3). La oferta nacional de palta Hass para el mercado exterior, que se nutre hoy de la producción de 12,000 hectáreas, puede ampliarse y llegar a más del doble en el mediano plazo si se aprovechan unas 15,000 hectáreas de la sierra”, informó el presidente de Sierra Exportadora, Alfonso Velásquez.

Según información de la Asociación de Productores de Palta Hass del Perú (Pro Hass), sólo el 5% de las 12 mil hectáreas que se cultivan se encuentran en la Sierra. De ahí la propuesta de Sierra Exportadora de sumar nuevas hectáreas, precisamente en la zona andina, destinadas a la producción de palta Hass.

“Se está desaprovechando una importante ventana de oportunidades, pues la producción de palta Hass en costa va de mayo a agosto, en tanto en la sierra la campaña va de diciembre hasta que culmina el verano; es decir, el país podría pasar a producir de cuatro a ocho meses”, señaló Guillermo Parodi, ingeniero agrónomo, responsable del programa Frutales de Sierra Exportadora.

Si bien la sierra es conocida por los cultivos de la variedad palta Fuerte, las nuevas tendencias del mercado internacional requieren de palta Hass, por su mayor demanda, calidad, mejor precio y tiempo de vida post cosecha más extenso que la palta Fuerte. Es una nueva oportunidad para que los importadores de palta peruana tengan asegurado el producto durante casi todo el año.



## **2.8.2. CACAO**

### **Origen.**

Según Paredes M. (2003). El cacao es originario del Bosque húmedo tropical (Bh-t) en América del Sur. De acuerdo a su distribución geográfica la mayor concentración de áreas de cacao están entre los 10° de latitud norte y 10° de latitud sur de la línea ecuatorial, distribuidos en el Oeste Africano, América Latina y sud este de Asia.

### **Taxonomía**

Clase: Dicotiledónea; Orden: Malvales; Familia: Esterculiáceas; Género: Theobroma  
Especie: Cacao; Nombre científico: Theobroma cacao L.

### **Morfología del cacao blanco de Piura.**

La planta del cacao puede crecer entre 5-8 metros de altura, sin embargo, puede alcanzar alturas de hasta 20 m. Su copa es densa, redondeada y con un diámetro que depende de la altura de planta y del manejo (podas), siendo el tronco recto y liso de color marrón pálido.

**Flor:** En forma general se puede señalar que, son pequeñas, y se ubican en racimos numerosos sobre el tejido maduro, de tronco y ramas, en las yemas axilares donde antes hubo hojas. El cáliz es de color rosa con segmentos puntiagudos; la corola es de color blancuzco, amarillo o rosa. Los pétalos son largos. La polinización es entomófila destacando una mosquita del género *Forcipomyia*. Las flores se abren durante las tardes y pueden ser fecundadas durante los próximos tres días, si no son fecundadas caen.

**Fruto:** El fruto una baya grande comúnmente denominada “mazorca”, carnosa, oblonga a ovada, amarilla o purpúrea, de 15 a 30 cm de largo por 7 a 10 cm de grueso, puntiaguda y con camellones longitudinales; cada mazorca contiene en general entre 30 y 40 semillas dispuestas en placentación axial e incrustadas en una masa de pulpa desarrollada de las capas externas de la testa.

**Semilla:** La descripción morfológica de la semilla del cacao blanco piurano es la siguiente: Forma en sección longitudinal: elíptica; ovada; Forma en sección transversal: aplanada; intermedia; Color de cotiledones: morado y blanco; blanco.

**Sistema radicular:** La planta de cacao originada de una semilla posee un sistema radical compuesto por una raíz principal pivotante de la cual nacen numerosas raíces secundarias. Estas son más numerosas en los 30 primeros centímetros donde forman una densa red de raicillas en la superficie del suelo, la cual se ve favorecida por una capa de materia orgánica en descomposición que la protege de la radiación directa y de la erosión superficial.

### **Condiciones de suelo**

Con relación a las propiedades físicas y químicas, el cultivo de cacao requiere de suelos profundos, con buen contenido de M.O, nutrientes minerales y que no contengan obstáculos, tales como piedras y gravas, que impidan buen desarrollo radicular.

Los suelos en la zona cacaotera de Piura presentan suelos francos (arenoso, limoso, arcilloso), con una profundidad mayor a un metro. Son suelos de tipo aluvial y/o coluvial, con buen drenaje. A partir de los 500 m.s.n.m, los suelos presentan hasta 40° de pendiente; por lo que es necesaria la implementación de prácticas de conservación de suelo (barreras vivas y/o muertas y conservar el mulch o implementación de cobertura), asimismo es necesario un sistema de riego apropiado de acuerdo a las condiciones del terreno para evitar la erosión y la pérdida de nutrientes contenidos en el suelo.

### **Precipitación.**

El requerimiento de precipitación anual para la producción de cacao es de 1,600 a 2,500 mm, sin embargo, en condiciones normales en la región Piura, adicionalmente a la precipitación pluvial es necesario hacer uso de agua de riego principalmente en los meses de lluvia.

Efecto de altas precipitaciones: Más de 3800 mm por año, pueden causar incremento en problemas fitosanitarios y asfixia de las raíces por saturación del suelo. Efecto de bajas precipitaciones: Un mínimo de 100 mm en los meses más secos sería perjudicial para el cultivo si no se cuenta con riego.

## **pH del suelo.**

El pH tiene relación con la disponibilidad de nutrientes. La asimilación de nutrientes en el suelo se realiza en el rango de pH de 4.5 a 6.5. El cacao puede crecer en un rango de pH óptimo de 5.5 a 6.5, permitiendo obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adapta a rangos extremos desde los muy ácidos (pH: 4.5) hasta los muy alcalinos (pH: 8.5).

En relación a la fertilidad del suelo en la zona cacaotera de la región Piura, no existe diferencias marcadas en toda la zona cacaotera, el pH es óptimo para el cultivo de cacao (varía de moderadamente alcalino 7.7 a moderadamente ácido 6.2); el contenido de M.O varía de bajo a medio.

El pH del suelo es una de las características más importantes de los suelos porque contribuye a regular la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

### **2.8.2.1.EXPORTACIONES DE CACAO EN EL PERÚ.**

De acuerdo al link (1). El Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) dijo que las exportaciones peruanas de cacao ascendieron a US\$118 millones en el 2013, y que este año crecerían más de 8% gracias a una mayor producción del fruto y de mejores precios en el exterior.

"El mercado mundial se ve favorable este año tanto a nivel de producción como de precio. Si esto es así las exportaciones crecerían por lo menos en 8%", declaró el titular de la cartera de Agricultura y Riego, Milton von Hesse.

Von Hesse señaló que los principales mercados son Estados Unidos y la Unión Europea, donde los principales demandantes son Holanda, Bélgica, Alemania e Italia. Asimismo, el año pasado la producción de cacao registró 62.973 toneladas distribuidas en 91.000 hectáreas, lo que generó 6.9 millones de jornales anuales.

El ministro de Agricultura y Riego refirió que el Minagri impulsa la producción y consumo del cacao que sirve de sustento directo a más de 45.000 familias y de sustento indirecto a unas 225.000 personas.

### **2.8.3. CAFÉ**

El Café es un cultivo permanente, producido por el árbol del cafeto. Estos arbustos requieren una temperatura elevada (20° a 25° C) y una humedad atmosférica importante. Es una planta de semi-sombra, que hay que proteger de los vientos y de las temperaturas bajas.

La primera cosecha de un árbol de café se produce alrededor de los 2 años, tomando aún hasta 2 ó 3 años más que el árbol alcance su producción normal. Los árboles pueden producir frutos de calidad hasta 20 años, posteriormente la calidad del fruto declinará.

#### **Variedades:**

Variedad arábica, variedad robusta

Otras especies

Existen otras especies menos importantes y difundidas, como son: *coffea*

*Liberica*, *coffea dewevrei*, *coffea stenophylla*, *coffea congensis*, *coffea*

*Abeokutae*, *coffea klainii*, *coffea zanguebaria* y *coffea racemosa*.

#### **Variedades nacionales**

El café se desarrolla con relativa facilidad desde los 600 hasta los 1,800 metros sobre el nivel del mar en casi todas las regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el 75% de los cafetales está sobre los 1,000 msnm.

Los cafés del Perú son de la especie arábica, que se comercializa bajo la categoría "Otros Suaves". Las variedades que se cultivan son principalmente: Típica, Caturra, Catimores y Borbón.

#### **Clima y condiciones edáficas**

Aliaga .B Y Bermúdez R: (1985), manifiestan que los requerimientos climáticos óptimos para el cultivo de café en términos generales son los siguientes:

**Precipitación pluvial** (lluvia), 1500 a 2500 mm. Anuales regularmente repartidos durante el año, sin periodos secos mayores de 30 días, o su equivalente en agua aplicada por riego.

**Temperatura**, media óptima para su desarrollo inicial. 30°C durante el día y 23°C durante la noche; después del primer año de vida para el desarrollo de la planta adulta son de 23°C en el día y 17°C en la noche.

**Luminosidad**: este factor es importante por el número de horas de brillo solar diario, lo cual se consideran 1,500 a 2,500 horas de brillo solar durante el año.

**Vientos**: las zonas muy ventosas no son muy recomendables para el cultivo.

**Suelos**: La textura de los suelos y su profundidad son de mucha importancia para el desarrollo del cultivo. El cafeto posee un sistema radicular de regular extensión, requiere de suelos bien drenados, profundos ligeramente ácidos, ricos en potasio y en materia orgánica puede crecer en una amplia reacción del suelo de pH 4.5 a 8.0 sin embargo, estas cifras pueden considerarse como extremas. Los suelos cafetaleros adecuados por lo general están en el rango de 5.0 a 6.0 de pH.

#### **2.8.3.1.EXPORTACIONES DE CAFÉ EN EL PERÚ.**

De acuerdo al link (2).La aparición de otra plaga, llamada broca, y los bajos precios internacionales hacen prever que el 2014 tampoco será un buen año para el café peruano. Desde el 2011, cuando el sector marcó un pico histórico en las exportaciones ascendentes a los US\$1.500 millones, hasta ahora no han sido los mejores años y para el cierre del presente se proyectan envíos por US\$650 millones. Jorge Figueroa, especialista de la cadena del café del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), comentó que la broca —una especie de gorgojo que ataca el grano— apareció con fuerza en esta campaña debido a un descuido de los productores preocupados durante el 2013 por combatir el problema de la roya amarilla. El Minagri debe realizar una intensa campaña para revertir la presencia de la broca, que ha comprometido ya 20 mil hectáreas de cultivo. De lo contrario, la producción caerá más en el 2015.

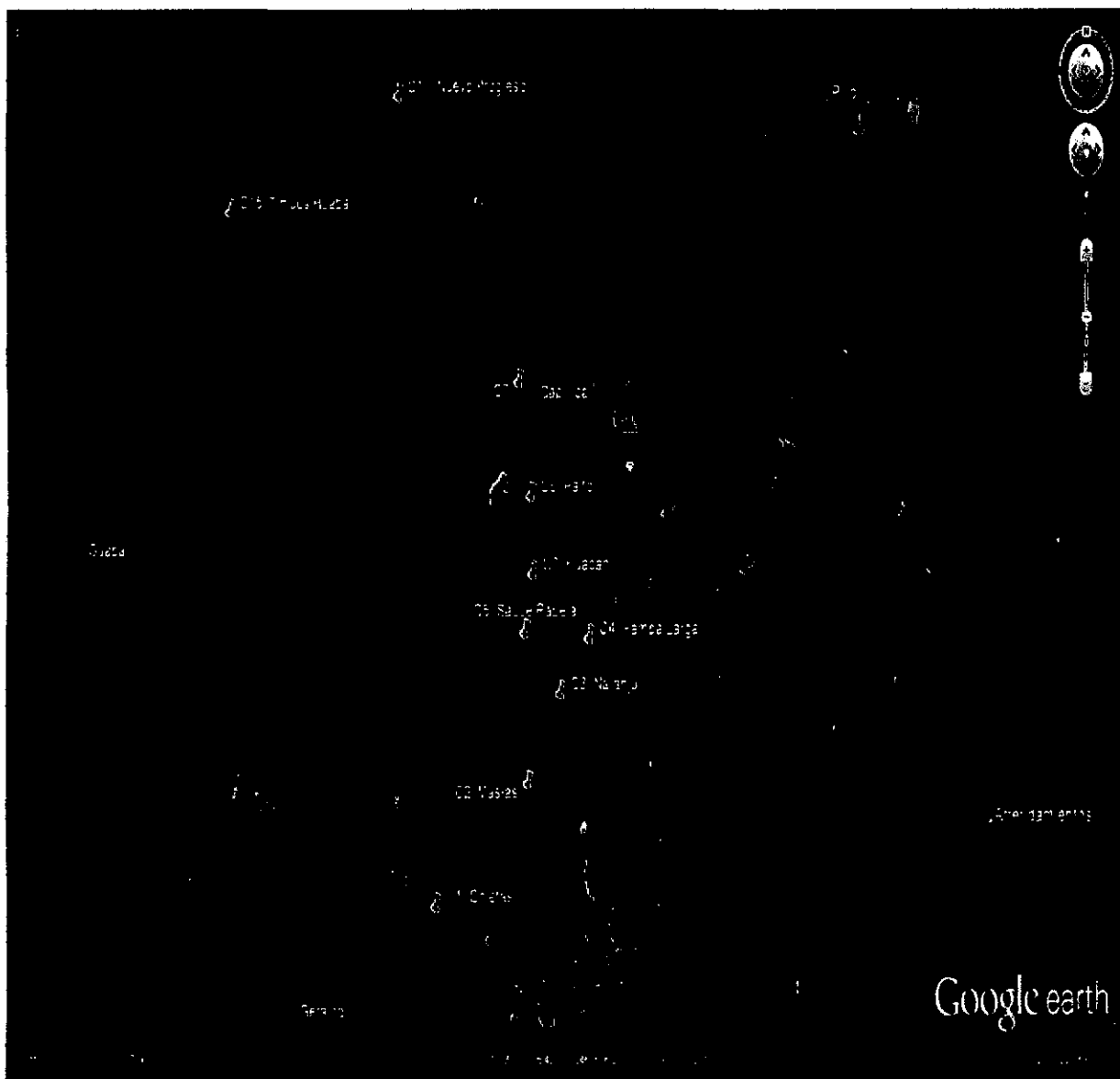
## CAPÍTULO III

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio se ubica en los distritos de Sapiillica en la Región Piura, donde se encuentran respectivamente los 10 sectores estudiados, tal como se muestra en el siguiente mapa.

En la figura 1. Se presenta la ubicación geográfica del trabajo de investigación.



Fuente: Google earth.

### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS.**

#### **3.2.1. Material Cartográfico Básico.**

- Cartas Nacionales a escala 1:100 000
- Mapa de ubicación de predios georeferenciados.

#### **3.2.2. Equipos y Material de Campo.**

- Barretas, palanas de hoja recta, wincha metálica.
- Bolsas plásticas, fichas de identificación.
- Portaminas, plumones, libreta de campo, tabla "Munsell".
- Cámara fotográfica digital, GPS.
- Sticker, cinta maskep tape, cinta de embalaje.
- Sacos, papel kraft.

#### **3.2.3. Equipos y Material de Laboratorio.**

Los reactivos, materiales y equipos para el análisis físico químico de los suelos, llevados a cabo en el laboratorio de análisis de la Facultad de Agronomía, en el Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina, han sido los siguientes:

- Potenciómetro, radiómetro, calcímetro, balanza analítica, tamiz de 2mm.
- Pipetas, vasos precipitados, probetas, fiolas, picetas.
- Reactivos.

#### **3.2.4. Material de Gabinete y/o Escritorio.**

- Equipo de cómputo
- Software.
- Materiales para procesamiento automático de datos.
- Material de oficina: papel dina A4, lapiceros, lápiz, regla, etc.

### **3.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.**

Los métodos utilizados en el presente estudio, obedecen a las Normas Legales existentes para Levantamiento de Suelos, detalladas en el Decreto Supremo N° 013-2010-AG. La metodología para los análisis de suelos en laboratorio sigue los estándares aplicados a nivel nacional.

### **3.3.1. Trabajo de Gabinete I**

Se inició el trabajo de tesis con la recopilación y sistematización de material e Información existente, necesaria para el estudio (cartografía, ecología, geología, y suelos).

Así como también, la adquisición y búsqueda de material cartográfico y ubicación de puntos de muestreo. Preparación de mapa base donde se establecieron las coordenadas de las zonas a muestrear

### **3.3.2. Trabajo de Campo**

Para el trabajo de campo se aplicó dos tipos de muestreo, uno fue el muestreo de perfiles de suelos en calicatas previamente seleccionadas y otro consistió en el muestreo superficial de capa arable.

Las calicatas para el muestreo en campo, fueron de una dimensión promedio de 1.2 m de ancho por 1.5 m de largo y 1.2 m de profundidad, según las condiciones del terreno, otras calicatas fueron menos profundas porque se encontraron estratos de consistencia lítica o paralítica.

La determinación de los puntos de muestreo en calicatas, corresponden a un punto representativo del predio, el cual representa aproximadamente al centro del predio en estudio, donde se realizó la apertura de calicatas, así como la lectura de los horizontes del perfil en estudio.

La lectura de los perfiles de suelo, consiste en la anotación de las principales características externas e internas del punto muestreado en una tarjeta estandarizada para descripción de perfiles. Se anotaron características externas como: vegetación existente, fisiografía, relieve, pendiente, presencia de pedregosidad, napa freática, erosión, altitud, coordenadas geográficas en el sistema WGS84 Zona 17. Las características del perfil, determinadas en campo fueron: Horizonte, profundidad, color, clase textural, modificador textural, estructura, consistencia y límite del horizonte. Se hicieron anotaciones adicionales, cuando el caso lo requería, como referencias de ubicación, código de muestras, etc.

El muestreo superficial fue aplicado mediante el método al azar, en cada predio muestreado se siguió una trayectoria en zigzag, se hicieron hoyos de 30 cm. De profundidad, de los cuales se extrajeron muestras simples a diferentes profundidades, en



un número de 21 muestras simples, las cuales se fueron depositando en dos costales por separado, de acuerdo a su profundidad. En una superficie limpia, se hizo una mezcla de homogenización de cada volumen de suelos y por el método del cuarteo se obtuvo una muestra compuesta de 1 kg.

Las muestras de suelos recolectadas durante el trabajo de campo, se acondicionaron en bolsas plásticas de grosor adecuado, etiquetadas y embaladas en costales. Luego se enviaron al Laboratorio para el análisis correspondiente.

Cuadro N° 5. Número de Horizontes estudiados por zonas.

Región	Provincia	Distrito	Sectores	Cantidad de Muestras
Piura	Ayabaca	Sapillica	1.Coletas	1
			2.Masías	1
			3.Naranjo	1
			4.Pampa Larga	1
			5.Sauce Rapela	1
			6.Huacan	1
			7.Sapillica	4
			8.Palto	3
			9.Timbes Huabal	5
			10.Nuevo Progreso	3
TOTAL				21

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.3.3. Trabajo de Laboratorio

Es preciso indicar que antes del inicio de los análisis correspondientes, las muestras de suelo reciben un pre tratamiento el cual consiste en el secado, molienda y tamizado de las muestras. Una vez hecho este pre tratamiento, la muestra estuvieron listas para el análisis, en dicho estado a la muestra se denomina: tierra fina seca al aire (tfsa).

En laboratorio las muestras de suelos fueron analizadas por sus propiedades edáficas más importantes, tales como: pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, salinidad, porcentaje de saturación de bases, textura (% arena, limo y arcilla), nutrientes (NPK). Esta información es utilizada para la clasificación taxonómica de suelos y para la determinación del nivel de fertilidad de los suelos.

Las características y métodos empleados en el laboratorio de análisis se detallan en el cuadro N° 6.

Cuadro N° 6. Características y métodos empleados en el laboratorio para el análisis de Suelos.

Características	Métodos
Textura de Suelos	Método de Sedimentación con el Hidrómetro de Bouyoucos
Conductividad Eléctrica	Lectura del extracto de saturación en Radiómetro
pH	Método del Potenciómetro, relación suelo agua 1:1
Calcáreo Total	Método gaso = volumétrico o Calcímetro
Materia Orgánica	Método de Walkley y Black, oxidación del carbono.
Fósforo Disponible	Método de Olsen, Extractor $\text{NaHCO}_3$ 0.5M, pH 8.5; para suelos neutros a alcalinos. Método de Bray para suelos ácidos.
Potasio Disponible	Método de Peech, extractor Acetato de Sodio, pH 4.8
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	Método del Acetato de Amonio 1N, pH 7.0
Cationes Cambiables	Determinaciones en el Extracto de amonio: $\text{Ca}^{++}$ : Método del E.D.T.A $\text{Mg}^{++}$ : Método del E.D.T.A $\text{K}^+$ : Fotómetro de Llama $\text{Na}^+$ : Fotómetro de Llama

Fuente: D.S. 013-2010-AG.

### 3.3.4. Trabajo de Gabinete II

Se realizó el procesamiento de información de campo y laboratorio, para luego realizar la interpretación de los resultados de análisis de suelos, teniendo en cuenta los rangos de valores para cada parámetro, contenidos en las tablas de interpretación del Anexo 3.

Finalmente se procedió a la redacción del informe final

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1. Descripción general de la zona de estudio

##### 4.1.1.1. Localización política del Distrito de Sapolilica.

Se localiza al Oeste de la provincia de Ayabaca. Su ciudad capital, se ubica a 79° 50' de longitud Oeste y 04° 47' de latitud Sur. Su capital distrital está a una altitud de 1456 m.s.n.m. El distrito de Sapolilica limita por el Norte con el distrito de Paimas, por el Sur con el distrito de Frías, por el Este con el distrito de Tambogrande y las Lomas y por Oeste con el distrito de Lagunas. (Municipalidad Provincial de Sapolilica).

El área de estudio corresponde a los suelos de 10 Caseríos del distrito de Sapolilica ubicado al sureste de la ciudad de Chulucanas, capital de la provincia de Ayabaca. Cuadro 7.

##### 4.1.1.2. Ubicación de calicatas y muestras superficiales estudiadas.

Las calicatas y muestras superficiales estudiadas se encuentran ubicadas en:

Cuadro N°7. Ubicación de puntos de muestreo en diez sectores del distrito de Sapolilica.

N°.	Sectores de estudio	Tipo de muestreo	Coordenadas UTM, WGS84		Altitud (msnm)
			E	N	
1	Coletas	Superficial	610706E	9463638N	1746
2	Masías	Superficial	612946E	9465596N	1597
3	Naranjo	Superficial	613745E	9467066N	1617
4	Pampa Larga	Superficial	614447E	9467970N	1748
5	Sauce Rapela	Superficial	612840E	9468042N	1644
6	Huacan	Superficial	613 027E	9468979N	1542
7	Sapolilica	Horizontes	612658E	9472056	1443
8	Palto	Horizontes	612965E	9470226N	1586
9	Timbes Huabal	Horizontes	605042E	9474888N	577
10	Nuevo Progreso	Horizontes	609448E	9476784N	900

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.1.3. Ecología**

El área de estudio está ubicada en un rango de altitud entre 577 a 1748 m.s.n.m. De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida en el Perú, publicado por el INRENA (1995), complementada con el estudio de campo, se ha encontrado 3 zonas de vida, en este tema trata de dar una visión amplia de la ecología del área de estudio, enfocada principalmente en su clasificación. Para la caracterización se ha considerado el Sistema de Clasificación del Dr. Leslie R. Holdridge, utilizado en la publicación referida.

##### **A. Bosque húmedo – Premontano Tropical (bh-PT)**

- **Ubicación y Extensión**

Se ubica entre al noreste del Departamento. Abarca una extensión superficial de 58 559,83 hectáreas; 1,63% del área departamental.

- **Clima**

Es húmedo – Semicálido, con temperatura media anual entre 24°C y 16°C; y precipitación pluvial total, promedio anual entre 1 300 y 2 200 milímetros.

- **Cobertura Vegetal**

La vegetación primaria mayormente ha sido reemplazada por los cultivos de secano.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra**

Las condiciones favorecen las actividades agrícolas y pecuarias. Cuando estas actividades son realizadas en terrenos empinados producen graves problemas como derrumbes y erosión hídrica de los suelos.

Los principales cultivos son: café, maíz, yuca, frutales como cítricos, plátano, papaya, palta, entre otros.

## **B. Bosque húmedo - Montano Bajo Tropical (bh-MBT)**

- **Ubicación y Extensión**

Se ubica en la Sierra, con una extensión superficial de 158 178,49 hectáreas; 4,41% del área del departamento.

- **Clima**

Es húmedo - Templado Cálido, con una temperatura media anual entre 12°C y 14°C; y precipitación pluvial total; promedio anual entre 900 y 1 300 milímetros.

- **Cobertura Vegetal**

La vegetación natural primaria no existe, ha sido reemplazada por las áreas de cultivos agropecuarios.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra**

Ofrece buenas condiciones bioclimáticas para la actividad agropecuaria. La agricultura de secano se desarrolla durante los meses de Octubre a Abril.

## **C. Bosque húmedo – Montano Tropical (bh-MT)**

- **Ubicación y Extensión**

Se ubica en la Sierra sobre los 3 000 msnm; con una extensión superficial de 23 293,24 hectáreas; 0,65% del área departamental.

- **Clima**

Es húmedo - Templado Frío, con temperatura media anual entre 9°C y 12°C; y precipitación pluvial total; promedio anual entre 600 y 700 milímetros.

- **Cobertura Vegetal**

La vegetación natural primaria se reduce a coberturas arbustivas siempre verdes, donde se puede distinguir especies de los géneros Polylepis, Baccharis, Rapanea, Sheflera, Dreocalles, entre otros y gramíneas de los géneros Stipa, Calamagrostis, Festuca y Poa.

- **Uso Actual y Potencial de la Tierra**

La agricultura de secano se practica a plenitud sin dificultades de orden hídrico, cultivándose principalmente papa, haba, arveja, etc.

#### **4.1.2. Descripción Morfológica de los perfiles estudiados.**

A continuación se presenta la descripción de los perfiles de suelos de cada uno de los diez sectores en estudio, el cual comprende la presentación de la información obtenida en el trabajo sistemático de campo, la cual es complementada con parte de la información de los resultados del análisis de laboratorio.

La caracterización del ambiente externo se presenta mediante un esquema estandarizado que contiene la información de 10 perfiles de los suelos muestreados, en la primera parte aparece información del ambiente externo al perfil del suelo como: ubicación geográfica, fisiografía, pendiente, zona de vida, material parental, vegetación, pedregosidad superficial, zona de vida, presencia de napa freática y coordenadas UTM del lugar en el Sistema WGS84 Zona 17.

También aparece la clasificación taxonómica, mediante el sistema de Soil Taxonomy y su equivalencia en el sistema FAO.

La descripción del perfil se ha ilustrado con fotografías, una corresponde al paisaje circundante donde se ha ubicado la calicata y otra pertenece al perfil expuesto y sus horizontes a diferentes profundidades.

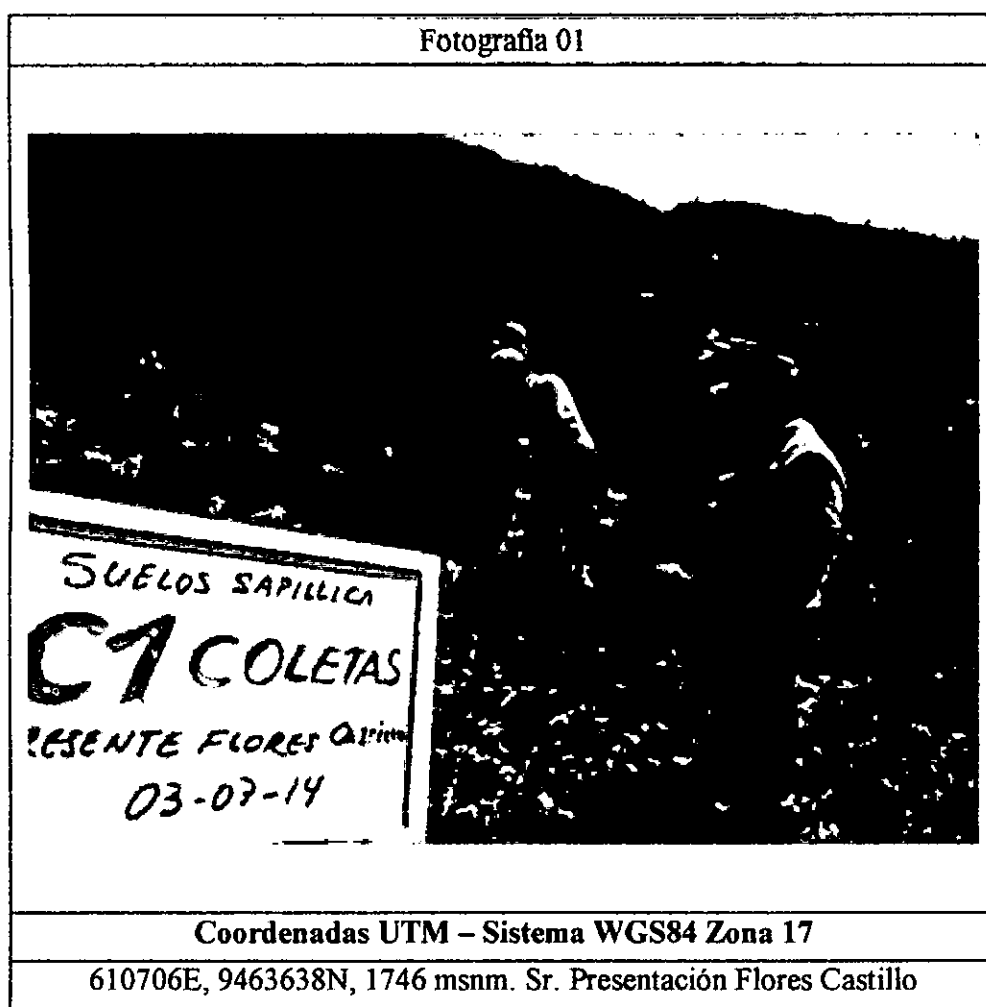
La descripción del perfil se ha realizado en función de sus horizontes, se coloca el nombre de cada horizonte, la profundidad señalando el límite superior e inferior, de manera correlativa de 0 en la superficie hasta 120 cm, en el último horizonte cuando los suelos son profundos.

La descripción del perfil del suelo se realiza en forma detallada para cada horizonte, con cada una de las características físicas identificadas en campo han sido complementada con resultados de laboratorio. Las características que se describen son: clase textural, color, estructura, consistencia, reacción (pH), conductividad eléctrica (mmhos/cm), contenido de fósforo disponible (ppm), contenido de Potasio disponible (ppm), contenido de materia orgánica (%), porcentaje de saturación de bases (%) y límite de horizonte.

A continuación se presenta la descripción detallada de los suelos estudiados en los 10 lugares priorizados.

#### 4.1.21 Suelo representativo del Sector Coletas

Foto N°	01
Sector N°:	C1
Localidad:	Sapillica – Coletas.
Fisiografía:	Colinas
Pendiente:	8 – 15%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)
Material Parental:	Coluvio aluvial
Vegetación:	(antes) caña - papa
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-



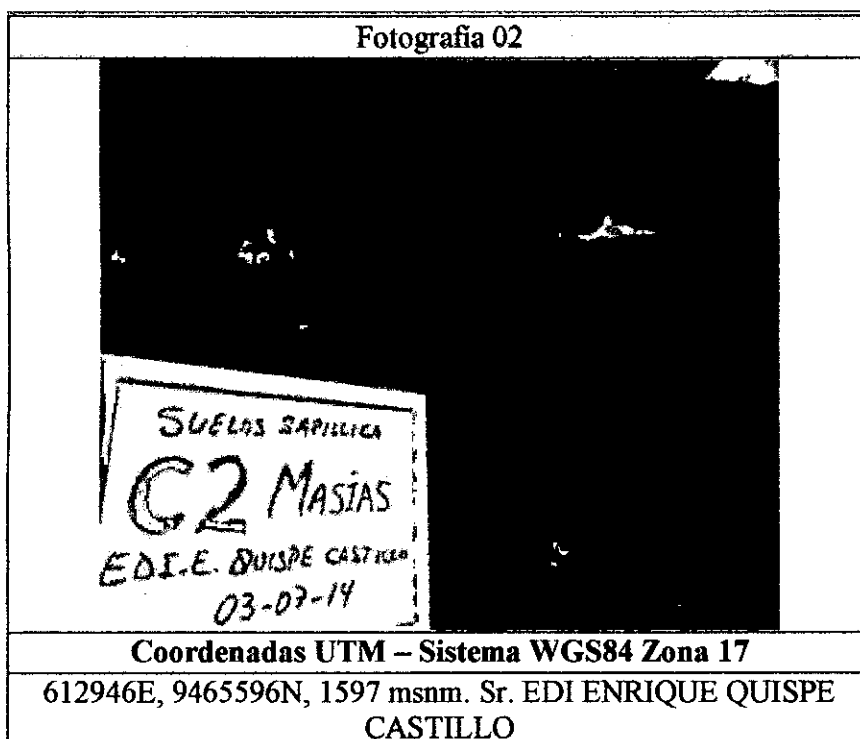
### Descripción del horizonte Ap del Suelo Representativo C1

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 - 30	Clase textural Franco Arcilloso; color Pardo Amarillento Oscuro (10YR4/6) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia duro (3); reacción fuertemente ácida (pH 5.17); Conductividad eléctrica muy Baja (CE. 0.25); Contenido bajo de Fósforo disponible (5.4 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (210ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.35%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.2 Suelo representativo del Sector Masías.

Foto N°	02
Sector N°:	C2
Localidad:	Sapillica – Masías
Fisiografía:	Colinas
Pendiente:	15 – 25%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Plátano – Frejol – Pastos.
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-



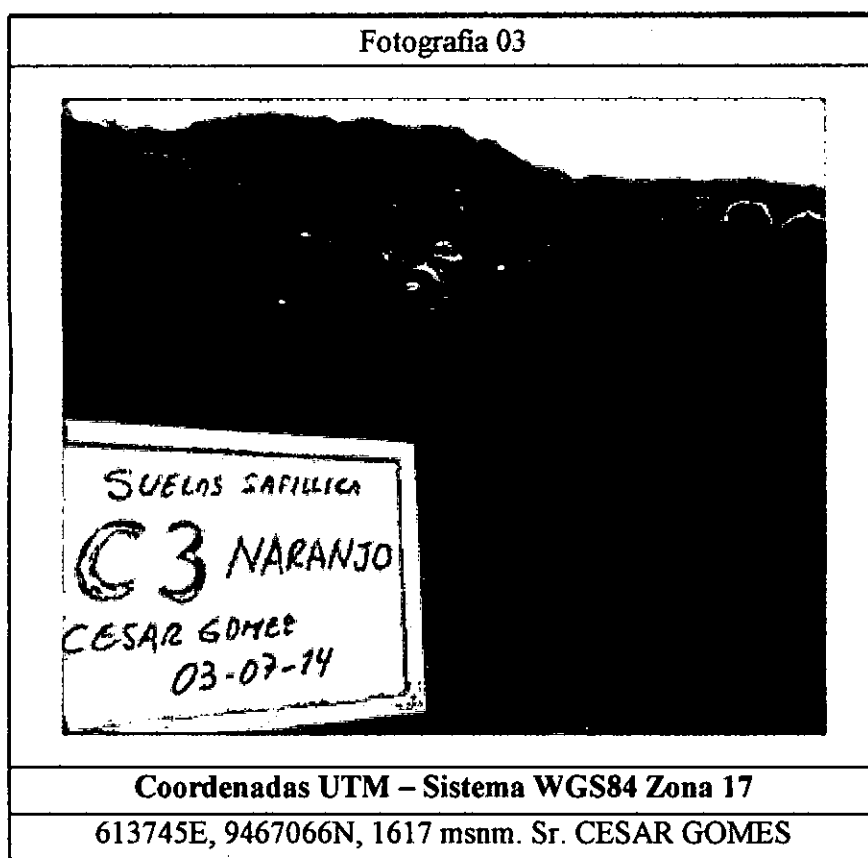


**Descripción del horizonte Ap del Suelo Representativo C2**

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 - 30	Clase textural Franco Arcillo Limoso; color Gris muy oscuro (10YR3/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción fuertemente ácida (pH 5.50); Conductividad eléctrica muy Baja (CE. 0.33); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.2 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (180ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.55%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.3 Suelo representativo del Sector Naranjo.

Foto N°	03
Sector N°:	C3
Localidad:	Sapillica – Naranjo.
Fisiografía:	Colinas
Pendiente:	15 – 25%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Plátano – Frejol – Pastos – caña – maíz.
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

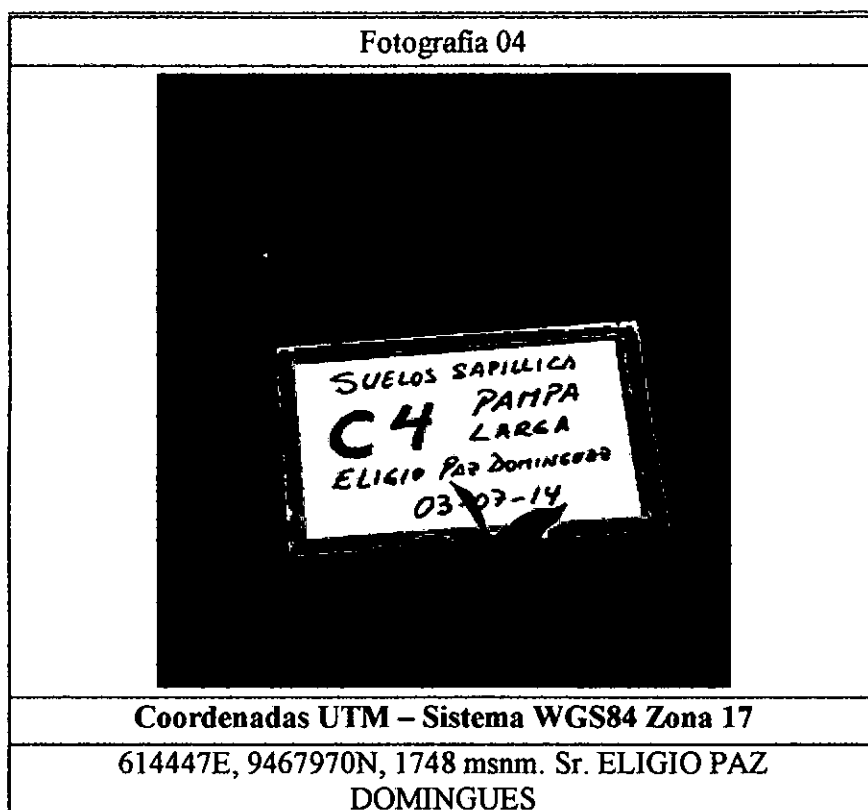


### Descripción del Horizonte Ap del Suelo Representativo C3

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 - 30	Clase textural Arcilloso; color Pardo Rojo (2.5YR4/6) en húmedo; estructura bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción moderadamente ácida (pH 5.58); Conductividad eléctrica muy Baja (CE. 0.23); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.4 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (200ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.30%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.4 Suelo representativo del Sector Pampa Larga.

Foto N°	04
Sector N°:	C4
Localidad:	Sapillica – Pampa larga.
Fisiografía:	Colinas
Pendiente:	15 – 25%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Café – maíz.
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-



**Descripción del horizonte Ap del Suelo Representativo C4**

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 - 30	Clase textural Franco Arcillo Limoso; color Pardo Oscuro (10YR3/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción moderadamente ácida (pH 5.66); Conductividad eléctrica muy Baja (CE. 0.39); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.4 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (200ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.55%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.5 Suelo representativo del Sector Sauce Rapela.

Foto N°	05
Sector N°:	C5
Localidad:	Sapillica – Sauce Rapela.
Fisiografía:	Colinas
Pendiente:	15 – 25%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Maíz.
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

Fotografía 05



Coordenadas UTM – Sistema WGS84 Zona 17

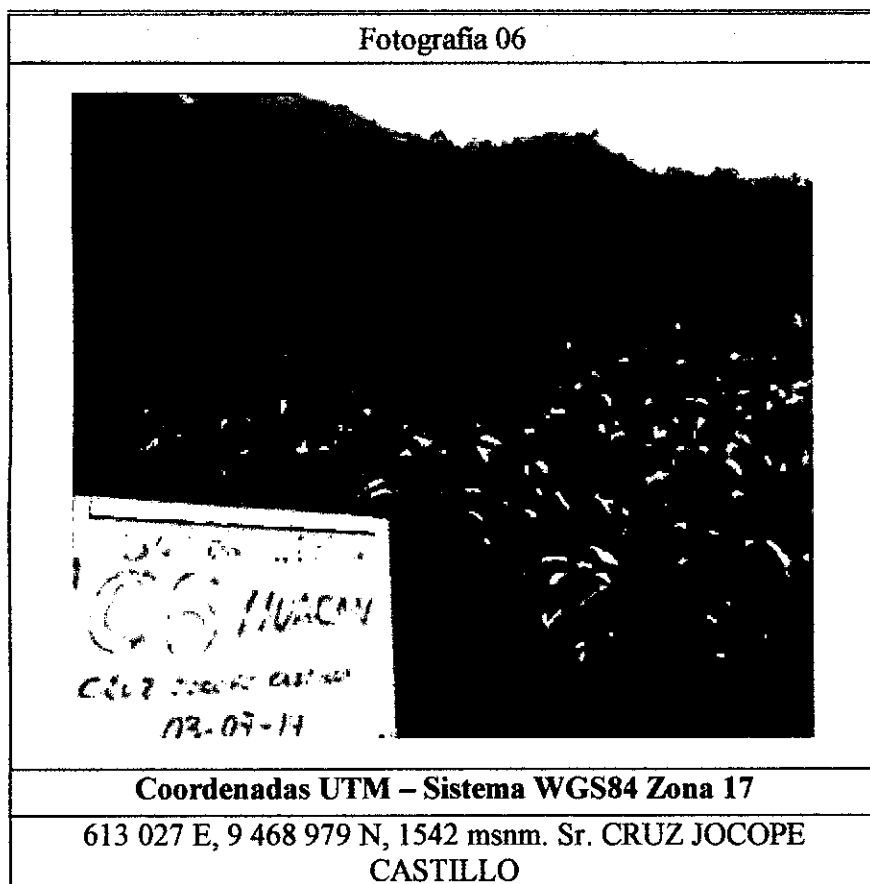
612840E, 9468042N, 1644 msnm. Sr. ISMAEL VILLEGAS ALFARO

#### Descripción del horizonte Ap del Suelo Representativo C5

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 - 30	Clase textural Franco Arcilloso; color Pardo Amarillento (10YR5/8) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción fuertemente ácida (pH 5.36); Conductividad eléctrica muy Baja (CE. 0.40); Contenido bajo de Fósforo disponible (3.9 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (180ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.45%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.6 Suelo representativo del Sector Huacan.

Foto N°	06
Sector N°:	C6
Localidad:	Sapillica – Huacan.
Fisiografía:	Colinas – Montañas.
Pendiente:	8 – 15%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Maíz.
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

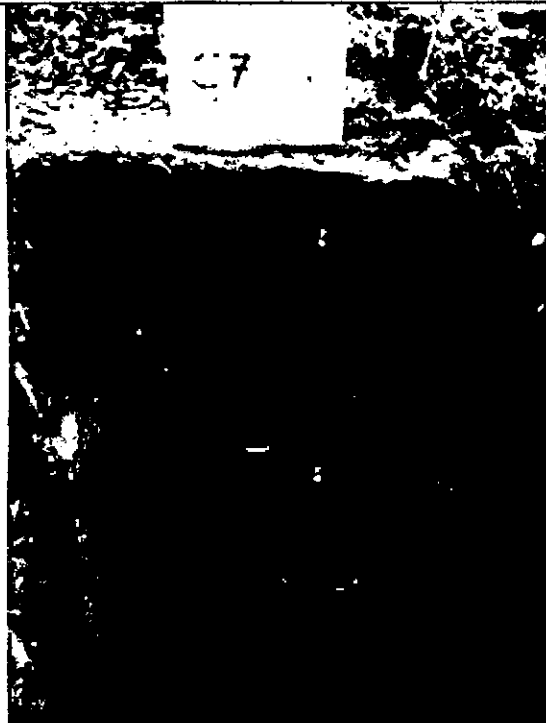



**Descripción del horizonte Ap del Suelo Representativo C6**

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 - 30	Clase textural Franco Arcilloso limoso; color Pardo Oscuro (10YR3/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción moderadamente ácida (pH 5.69); Conductividad eléctrica muy Baja (CE. 0.45); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.8 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (130ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.65%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.7 Perfil representativo del Suelo Sector Sapollica.

<b>Clasificación Natural:</b>	Soil Taxonomy: Typic ustochrepts
	FAO: Cambisol
Foto N°	7 y 8
Calicata N°:	C7
Localidad:	Sapollica
Fisiografía:	Colina.
Pendiente:	8 – 15%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	-
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

Fotografía 7	Fotografía 8
	
<b>Referencias de ubicación</b>	<b>Coordenadas UTM – Sistema WGS84 Z 17</b>
Sapollica – Propiedad Municipalidad de Sapollica	612658E, 9472056N, 1443 msnm.

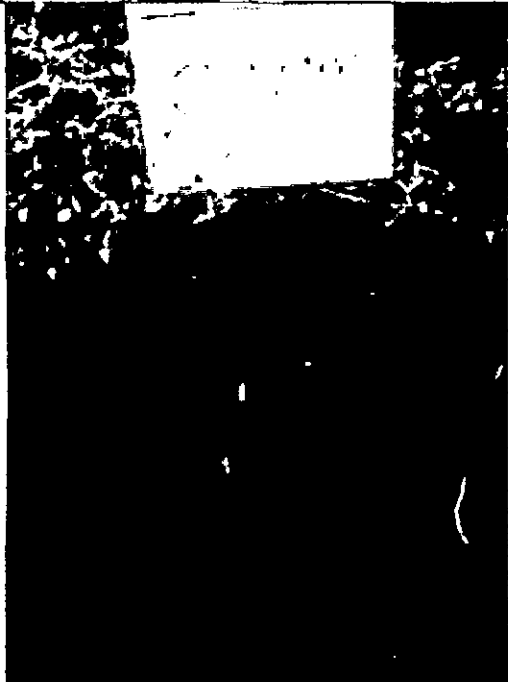



### Descripción de perfil del Suelo C7

Horizonte	Prof / cm	Descripción
A	0 – 30	Clase textural Franco Arenoso; color Pardo Oscuro (10YR3/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción moderadamente ácida (pH 5.80); Conductividad eléctrica muy baja (CE. 0.20); Contenido bajo de Fósforo disponible (3.9 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (154 ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.75%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte claro al
AC	30 – 60	Clase textural Arenoso; color Pardo Amarillento (10YR5/6) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño medio, desarrollo moderado (2); consistencia friable (1); reacción ligeramente ácido (pH 6.18); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.19); Contenido Bajo de Fósforo disponible (2.2 ppm); contenido Bajo de Potasio disponible (49 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.30%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte gradual al
C1	60 – 100	Clase textural Arenoso; color Pardo Claro (10YR6/3) en húmedo; Sin estructura; consistencia muy friable (1); reacción ligeramente ácido (pH 6.15); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.17); contenido muy Bajo de Fósforo disponible (2.1 ppm); contenido Bajo de Potasio disponible (38.00 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.20%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte Gradual al
C2	100 – 120	Clase textural Arenoso; color Pardo Claro (10YR6/3) en húmedo; Sin estructura; reacción ligeramente ácido (pH 6.30); Conductividad eléctrica muy Bajo (CE. 0.21); contenido Bajo de Fósforo disponible (3.1ppm); contenido Bajo de Potasio disponible (45.00 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.10%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.8 Perfil representativo del Suelo Sector Palto.

<b>Clasificación Natural:</b>	Soil Taxonomy: Typic ustochrepts
	FAO: Cambisol
Foto N°	9 y 10
Calicata N°:	C8
Localidad:	Sapillica – Palto.
Fisiografía:	Colina.
Pendiente:	15 – 25%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Malezas
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

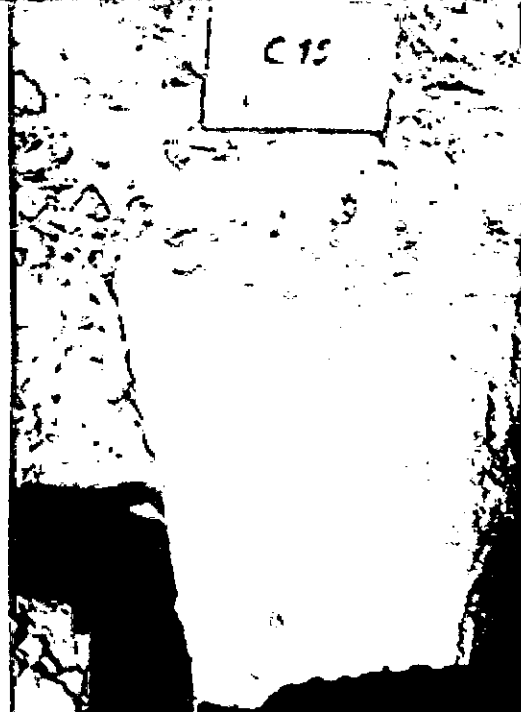
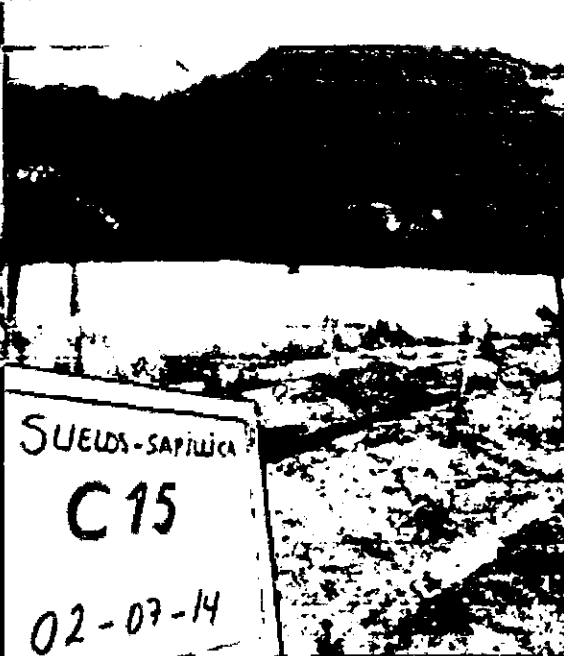
Fotografía 9	Fotografía 10
	
<b>Referencias de ubicación</b>	<b>Coordenadas UTM – Sistema WGS84 Z 17</b>
Sapillica – SR. EFRASIO LIZANO CALDERON	612965E, 9470226N, 1586 msnm.

### Descripción de perfil del Suelo C8

Horizonte	Prof / cm	Descripción
C	0 - 35	Clase textural Franco Arcilloso; color Pardo Amarillento Oscuro (10YR4/4) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción moderadamente ácida (pH 5.59); Conductividad eléctrica muy baja (CE. 0.22); Contenido bajo de Fósforo disponible (3.5 ppm); Contenido bajo de Potasio disponible (68 ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.75%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte claro al
A	35 - 65	Clase textural Franco Arcillo Limoso; color Pardo (10YR5/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos angulares, tamaño medio, desarrollo moderado (2); consistencia friable (1); reacción fuertemente ácido (pH 5.30); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.16); Contenido Bajo de Fósforo disponible (3.2 ppm); contenido Bajo de Potasio disponible (33 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.30%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte gradual al
AC	60 - 100	Clase textural Arcilloso; color Pardo Oscuro (10YR3/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos angulares, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción fuertemente ácida (pH 5.25); Conductividad eléctrica muy baja (CE. 0.18); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.1 ppm); Contenido bajo de Potasio disponible (16 ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.18%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

#### 4.1.2.9 Perfil representativo del Suelo Timbes Huabal.

Clasificación Natural:	Soil Taxonomy: Typic ustorthents
	FAO: Regosol
Foto N°	18 y 19
Calicata N°:	C15
Localidad:	Sapillica – Timbes Huabal.
Fisiografía:	Terraza.
Pendiente:	0 – 4%
Zona de Vida:	Monte espinoso Premontano Tropical (mte-PT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Maracuyá recién sembrado.
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

Fotografía 18	Fotografía 19
	
Referencias de ubicación	Coordenadas UTM – Sistema WGS84 Z 17
Sapillica – SR. ANIBAL PEÑA VILLEGAS	605042E, 9474888N, 577 msnm.

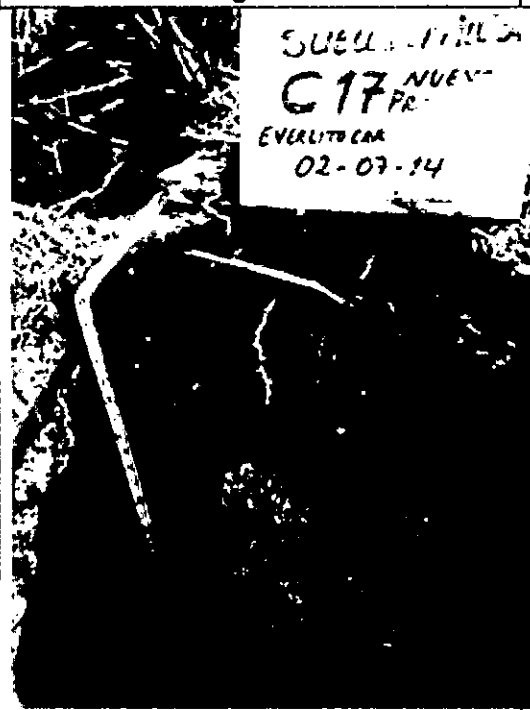

### Descripción de perfil del Suelo C15

Horizonte	Prof / cm	Descripción
Ap	0 – 25	Clase textural Franco Arcillo Arenoso; color Pardo Grisáceo muy Oscuro (10YR3/2) en húmedo; estructura columnar, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia friable (3); reacción moderadamente ácida (pH 5.98); Conductividad eléctrica muy baja (CE. 0.48); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.2 ppm); Contenido medio de Potasio disponible (180 ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.75%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte gradual al
AC	25 – 47	Clase textural Franco Arenoso; color Pardo Oscuro (10YR3/3) en húmedo; estructura en bloques cúbicos sub angulares débiles, tamaño medio, desarrollo moderado (2); consistencia muy friable (1); reacción ligeramente ácido (pH 6.39); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.39); Contenido Bajo de Fósforo disponible (3.1 ppm); contenido Medio de Potasio disponible (185 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.30%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte gradual al
C1	47 – 65	Clase textural Arenoso; color Pardo Amarillento Oscuro (10YR4/6) en húmedo; estructura sin estructura; consistencia suelto (1); reacción ligeramente ácido (pH 6.48); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.25); contenido muy Bajo de Fósforo disponible (3.2 ppm); contenido Medio de Potasio disponible (160 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.25%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte Difuso al
C2	65 – 90	Clase textural Franco Arenoso; color Pardo Amarillento Oscuro (10YR3/4) en húmedo; estructura bloques cúbicos sub angulares medios débiles; consistencia muy friable (1); reacción neutra (pH 6.57); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.28); contenido muy Bajo de Fósforo disponible (2.7 ppm); contenido Medio de Potasio disponible (105 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.10%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte claro al.

C3	90 - 120	Clase textural Arenoso; color Pardo Amarillento Oscuro (10YR4/4) en húmedo; estructura bloques cúbicos sub angulares medios débiles; consistencia muy friable (1); reacción Neutra (pH 6.60); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.23); contenido muy Bajo de Fósforo disponible (2.5 ppm); contenido Medio de Potasio disponible (110 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.05%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).
----	----------	--

#### 4.1.2.10 Perfil representativo del Suelo Sector Nuevo Progreso.

Clasificación Natural:	Soil Taxonomy: Typic ustorthents
	FAO: Leptosol
Foto N°	21 y 22
Calicata N°:	C17
Localidad:	Sapillica – Nuevo Progreso.
Fisiografía:	Colina.
Pendiente:	15 – 25%
Zona de Vida:	Bosque húmedo Montano Bajo Tropical (bh-MBT)
Material Parental:	Aluvial
Vegetación:	Malezas – Pastos - Ceibo
Pedregosidad Superficial:	Ausente
Napa freática:	-

Fotografía 21	Fotografía 22
	
<b>Referencias de ubicación</b>	<b>Coordenadas UTM = Sistema WGS84 Z 17</b>
Sapillica – Sr. Everlito Carmen Piñin	609448E, 9476784N, 900 msnm.

### Descripción de perfil del Suelo C17

Horizonte	Prof / cm	Descripción
A	0 – 25	Clase textural Franco Arenoso; color Pardo (10YR4/3) en seco; estructura en bloques cúbicos sub angulares débiles, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia débil (3); reacción Neutra (pH 6.81); Conductividad eléctrica muy baja (CE. 0.49); Contenido bajo de Fósforo disponible (4.2 ppm); Contenido Medio de Potasio disponible (154 ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.45%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte gradual al
CR	25 – 42	Clase textural Franco Arenoso; color Pardo Amarillento (10YR5/4) en seco; estructura en bloques cúbicos sub angulares débiles, tamaño medio, desarrollo moderado (2); consistencia suave (1); reacción Neutra (pH 6.85); Conductividad eléctrica muy bajo (CE. 0.16); Contenido Bajo de Fósforo disponible (3.2 ppm); contenido Bajo de Potasio disponible (49 ppm); contenido Bajo de materia orgánica (0.20%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%). Límite de horizonte gradual al
R	42 - 60	Clase textural Arcillo; color Pardo Amarillento Claro (10YR6/4) en húmedo; estructura sin estructura, tamaño fuerte, desarrollo moderado (2); consistencia suelto (3); reacción Neutra (pH 6.80); Conductividad eléctrica muy baja (CE. 0.37); Contenido bajo de Fósforo disponible (2.8 ppm); Contenido bajo de Potasio disponible (38 ppm); Contenido bajo de materia orgánica (0.10%). Alto porcentaje de saturación de bases (100%).

## 4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.2.1. Sápillica-6 Sectores

1. Coletas                      2. Masías                      3. Naranjo

4. Pampa Larga    5. Sauce Rapela    6. Huacan

#### 4.2.1.1. Muestras Superficiales. N° C1, C2, C3, C4, C5, C6.

La reacción del suelo es un parámetro químico determinado por el pH, dicho parámetro que indica la acidez, neutralidad o alcalinidad de los suelos, es un indicador de las formas químicas disponibles de los nutrientes esenciales, además de la concentración en que se encuentran en el suelo. El pH de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico1, se encuentra en un rango de 5.17 – 5.69, es decir que se clasifican desde fuertemente ácidos a moderadamente ácidos. Indicando así, que los suelos no varían significativamente en su pH en la profundidad muestreada de los 6 sectores mencionados. Es importante tener en cuenta estos valores al momento de definir las prácticas de manejo y fertilización de suelos.

En relación al requerimiento de los principales cultivos en el área de estudio, el pH óptimo para palto y café, está en un rango de 5.5 a 6.5, lo cual indica moderados problemas para la producción de dichos cultivos, es necesario tomar las precauciones del caso para el uso de fertilizantes con reacción alcalina que tienda a mejorar el pH de acuerdo al requerimiento de los cultivos mencionados.

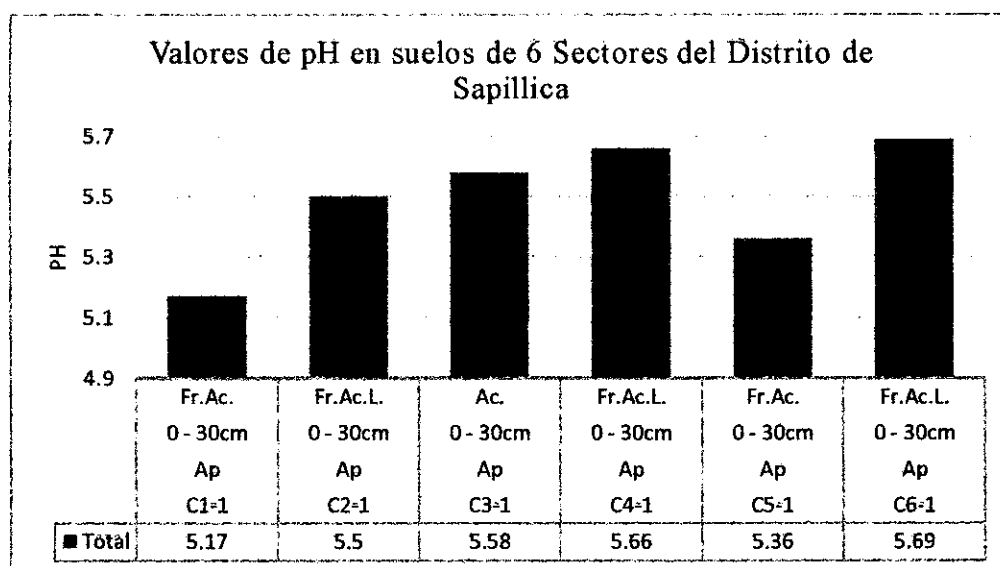


Gráfico 1. Valores de pH, Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.



La conductividad eléctrica (mmhos/cm) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico 2, se encuentra en un rango de 0.25 a 0.45 dS/m, con un promedio de 0.34, es decir que se clasifican como suelos muy ligeramente salinos. Es probable que en algunos suelos donde no hay un drenaje óptimo o no se encuentra habilitado con un adecuado sistema de drenaje, los niveles de salinidad sean más elevados, para lo cual se deben realizar estudios de detalle.

En todo caso, el nivel de salinidad encontrado en todos los perfiles de suelos estudiados no es significativo, está por debajo del nivel crítico de 4 mmhos/cm para la mayoría de los cultivos, lo cual determina una disminución en la absorción de agua y nutrientes esenciales, necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Para el caso específico del palto, es importante tener presente que valores altos, son limitantes para el desarrollo del cultivo, diversos reportes indican que el palto es susceptible a concentraciones de sales por encima de 1.0 mmhos/cm, es preciso tener presente que para no llegar a dichos niveles es necesario prevenir las fuentes de salinización y mal drenaje en los suelos agrícolas, como la disminución del uso de fertilizantes con alto índice de salinidad, aplicación de láminas de riego apropiadas y establecer un sistema de drenaje apropiado

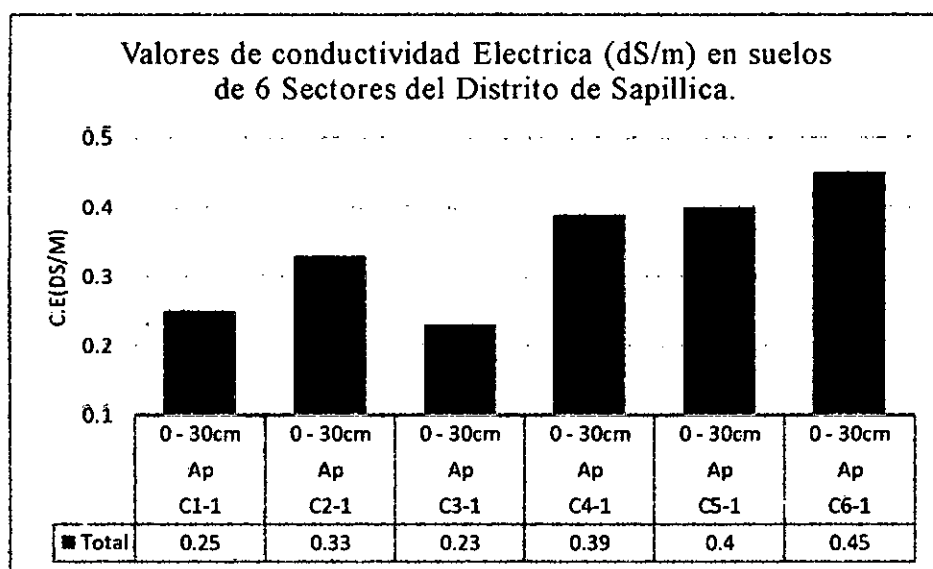


Gráfico 2. Valores de C.E Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

La capacidad de intercambio catiónico de los suelos estudiados (meq/100 g.) se encuentra en un amplio rango de 9.36 a 38.72 meq/100g., con un promedio de 16.19 meq/100g, tal como se aprecia en el gráfico 3, es decir que se encuentran suelos clasificados en niveles bajos, medios y altos de esta característica del suelo. El 37.5% nivel bajo, el 25% nivel medio y 37.5% de las muestras presentan nivel alto de CIC.

La capacidad de intercambio catiónico tiene una alta correlación con el contenido de coloides orgánicos y minerales en el suelo, dado que las arcillas constituyen un elemento natural inherente a la composición física granulométrica del suelo, también la materia orgánica (humus del suelo) tiene un aporte importante a este parámetro, de tal forma que teniendo en cuenta el contenido de materia orgánica, se debe definir las dosis apropiadas de materia orgánica para mejorar la CIC.

Como se puede apreciar los mayores niveles de CIC, atribuye a los contenidos de arcilla y materia orgánica en el suelo y a valores óptimos de otras características ligadas como el pH y la temperatura del suelo.

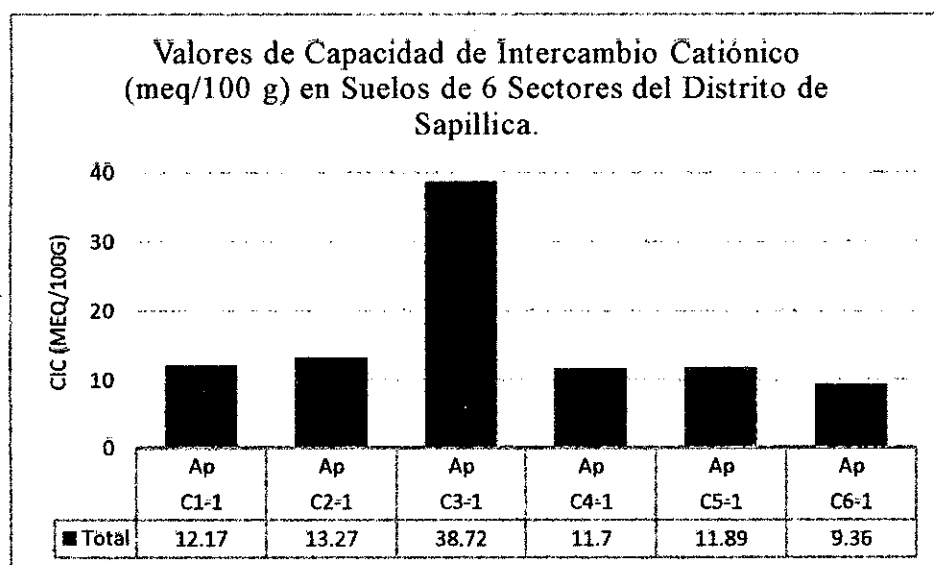


Gráfico 3. Valores de C.I.C, Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

El contenido de materia orgánica (%) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico 4, se encuentra en un rango de 0.30 a 0.65, con un promedio de 0.48, es decir que se clasifican en niveles bajos del contenido de materia orgánica, este parámetro tiene una alta correlación con el contenido de nitrógeno, por lo que podemos afirmar según el gráfico 5, que la concentración de este macronutriente en el suelo es muy baja, se estima en un rango de 0.02 a 0.03 %, con un promedio de 0.025%.

Es importante tener presente este parámetro, no solo como fuente de nutrientes natural para los cultivos en estudio, sino por su efecto en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un factor muy importante en los suelos sanos, de tal forma que se requiere dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad y cantidad del producto cosechado.

De acuerdo a estimaciones realizadas para los suelos en estudio, para que haya un efecto significativo en el suelo, se requiere incrementar de forma adicional 2% de materia orgánica, lo que significa que dependiendo de la composición del suelo, se requieren entre 60 a 80 toneladas de materia orgánica por hectárea, para enriquecer la capa arable en dicha magnitud.

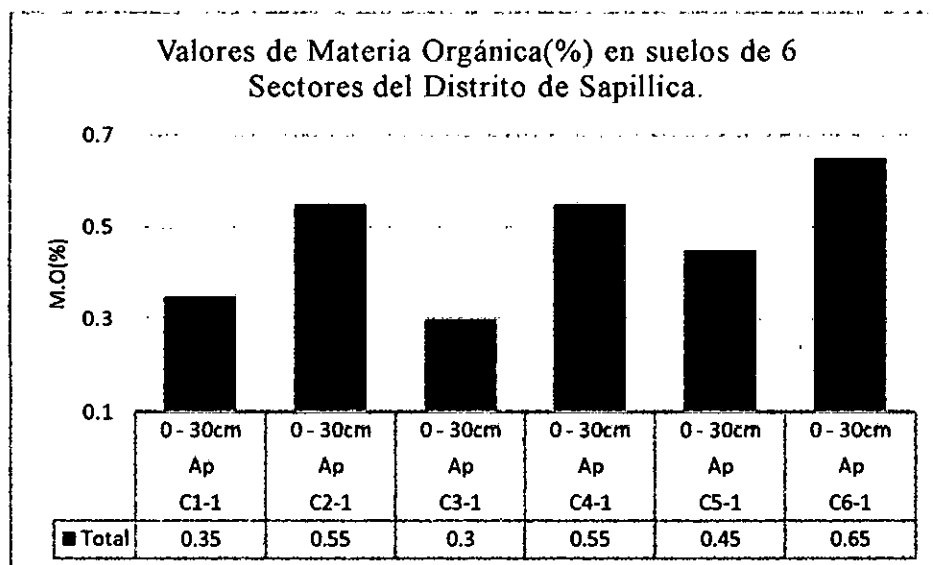


Gráfico 4. Valores de M.O. Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

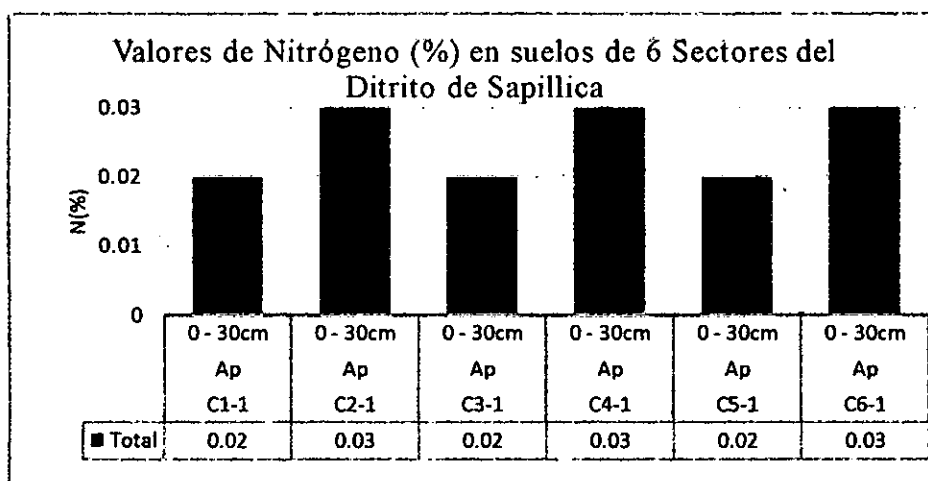


Gráfico 5. Valores de Nitrógeno, Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

El contenido de fósforo de los suelos estudiados (ppm) se encuentra en un rango de 3.9 a 5.4, con un promedio de 4.52, tal como se aprecia en el gráfico 6, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones bajas de este macronutriente; es decir tienen valores menores de 7 ppm. Esto es importante al momento de definir las dosis altas, medias o bajas de fertilización fosfatada por cada sector en estudio dependiendo de los requerimientos de los cultivos.

Esto nos indica que los niveles bajos se dan debido a la constante extracción de este nutriente por medio de los cultivos presentes en el campo muestreado y a la escasa reposición del elemento, vía fertilizantes o vía materia orgánica.

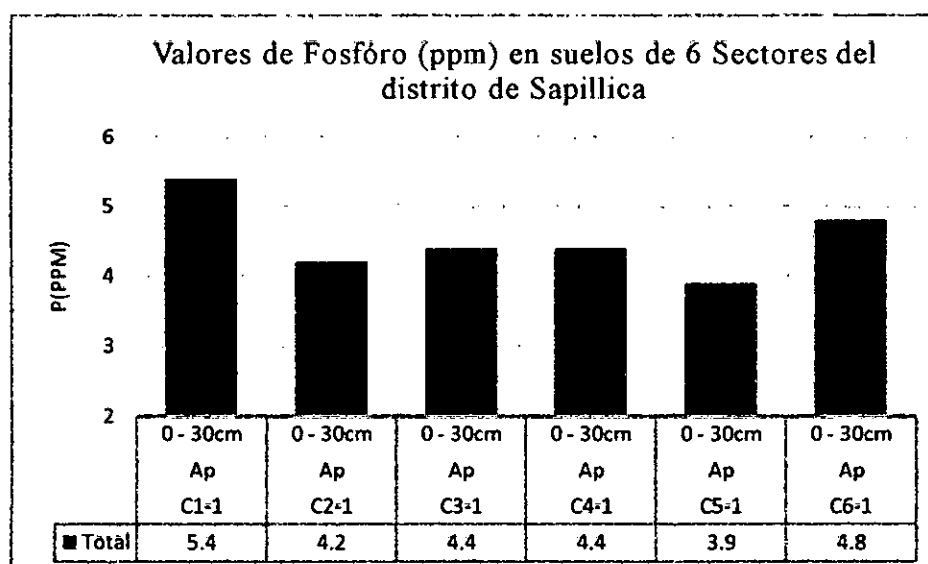


Gráfico 6. Valores de Fósforo, Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

El contenido de potasio (ppm) de los suelos estudiados se encuentra en un amplio rango de 130 a 210 ppm, con un promedio de 183.3 ppm, tal como se aprecia en el grafico 7, es decir que estos suelos se encuentran clasificados en concentraciones medias de este macronutriente.

Estos niveles de concentración medios se deben a la absorción del potasio por medio de las plantas, y otra parte mayor es absorbida por los coloides.

Es importante reconocer que el potasio, junto con el nitrógeno, es uno de los nutrientes que más absorben los cultivos, por ello debemos tener en cuenta de manera importante el nivel de este elemento, especialmente en aquellos suelos cuyos resultados de análisis demuestran que los niveles son bajos. Es decir, que en los suelos con niveles bajos de potasio deben aplicarse dosis altas de abonos, para garantizar adecuados niveles de producción.

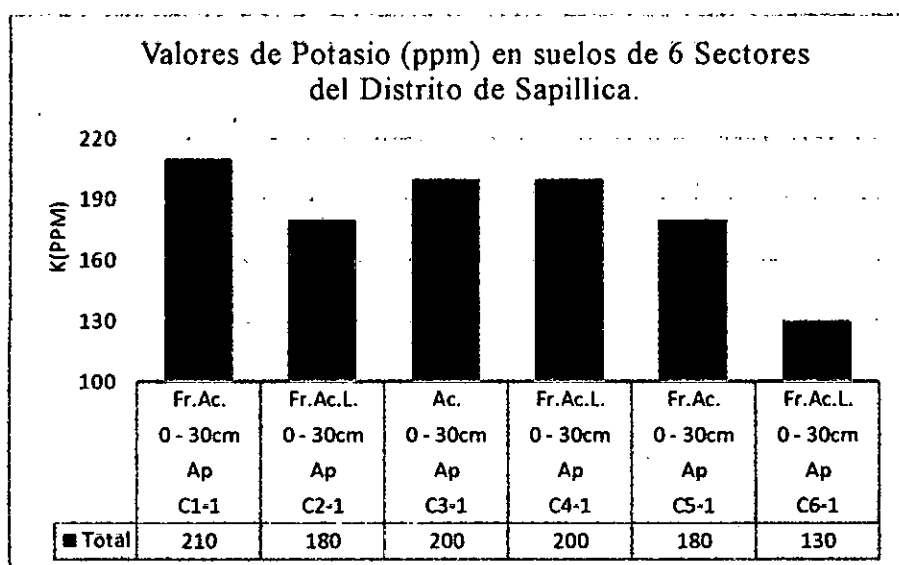


Gráfico 7. Valores de Potasio, Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

La clase textural de los suelos para las muestras superficiales a profundidad de 0 a 30 cm se da desde franco arcilloso para la C1-1, franco arcillo limoso para C2-1, arcilloso C3-1, franco arcillo limoso C4-1, franco arcilloso para C5-1 y franco arcillo limoso para C6-1, lo que indica una clase textural moderadamente fina a fina.

Esta clasificación textural se debe a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que poseen los suelos, llevando estos % al triángulo textural.

Podemos decir que para los cultivos en estudio de palto y café, la clase textural de este muestreo es óptimo para los cultivos; ya que estos cultivos se desarrollan mejor en suelos macroporosos y bien aireados.

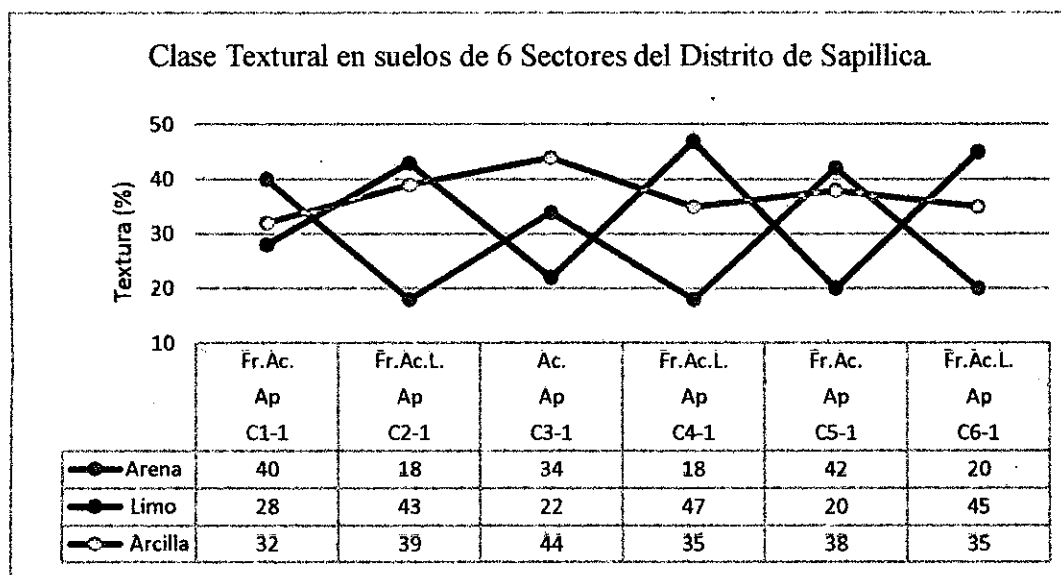


Gráfico 8. Clase Textural, Muestras superficiales C1, C2, C3, C4, C5 y C6.

#### 4.2.2 Sapollica – Sector Sapollica.

##### 4.2.2.1 Calicata. N° C7.

La reacción del suelo es un parámetro químico determinado por el pH, dicho parámetro que indica la acidez, neutralidad o alcalinidad de los suelos, es un indicador de las formas químicas disponibles de los nutrientes esenciales, además de la concentración en que se encuentran en el suelo. El pH de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico 1, se encuentra en un rango de 5.8 a 6.3, es decir que se clasifican desde moderadamente ácidos a ligeramente ácidos. Indicando así, que los suelos no varían significativamente en su pH en la profundidad muestreada de esta calicata. Es importante tener en cuenta estos valores al momento de definir las prácticas de manejo y fertilización de suelos.

En relación al requerimiento de los principales cultivos en el área de estudio, el pH óptimo para palto y café, está en un rango de 5.5 a 6.5, lo cual indica moderados problemas para la producción de dichos cultivos, aunque hay reportes que el cultivo de café resiste valores extremos de 4.5 a 8.0 en el que se puede desarrollar pero obteniendo rendimientos de cosecha mucho menores y de menor calidad.

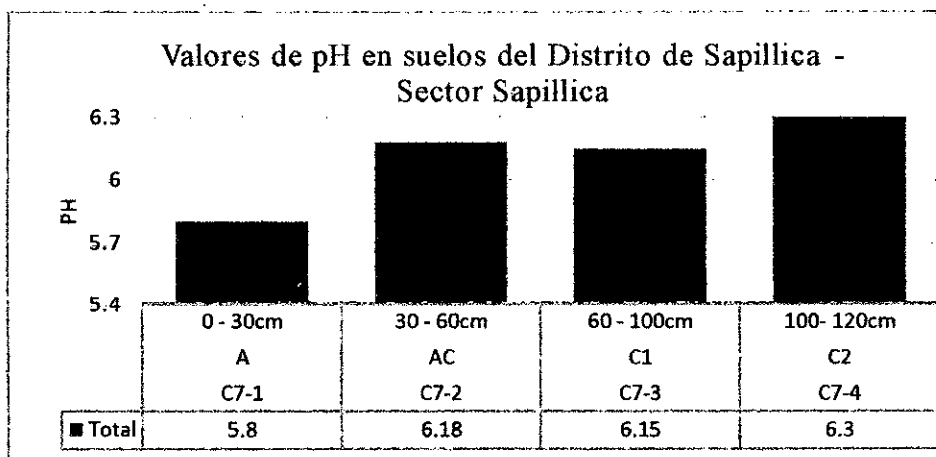


Gráfico 9. Valores de pH, calicata C7.

La conductividad eléctrica (mmhos/cm) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico 10, se encuentra en un rango de 0.17 a 0.21 dS/m, con un promedio de 0.34, es decir que se clasifican como suelos muy ligeramente salinos. Es probable que en algunos suelos donde no hay un drenaje óptimo o no se encuentra habilitado con un adecuado sistema de drenaje, los niveles de salinidad sean más elevados, para lo cual se deben realizar estudios de detalle.

Para el caso específico del palto, es importante tener presente que valores altos, son limitantes para el desarrollo del cultivo, es preciso tener presente que para no llegar a dichos niveles es necesario prevenir las fuentes de salinización y mal drenaje en los suelos agrícolas, como la disminución del uso de fertilizantes con alto índice de salinidad, aplicación de láminas de riego apropiadas y establecer un sistema de drenaje apropiado

El efecto en los cultivos podrá notarse en aquellas especies sensibles, cuando los niveles sean mayores a 1.2 dS/m. De esta manera se indica que los suelos son buenos para el desarrollo óptimo de los cultivos de la zona por tener concentración mínima de sales.

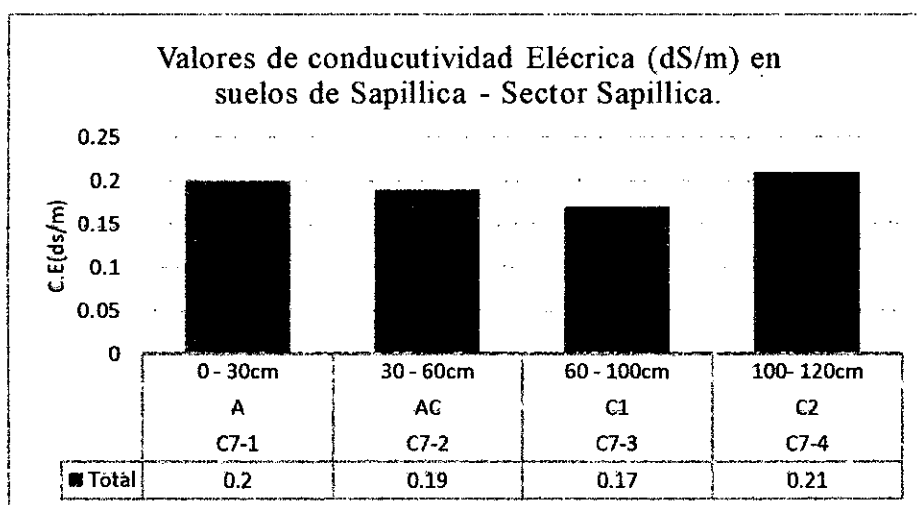


Gráfico 10. Valores de Conductividad Eléctrica, calicata C7.



La capacidad de intercambio catiónico de los suelos estudiados (meq/100 g.) se encuentra en un amplio rango de 4.80 a 16.00meq/100g., con un promedio de 16.19meq/100g, tal como se aprecia en el gráfico 11, es decir que se encuentran suelos clasificados en niveles bajos, medios y altos de esta característica del suelo. El 50% nivel muy bajo, el 25% nivel bajo y 25% de las muestras presentan nivel alto de CIC.

La capacidad de intercambio catiónico tiene una alta correlación con el contenido de coloides orgánicos y minerales en el suelo, dado que las arcillas constituyen un elemento natural inherente a la composición física granulométrica del suelo, también la materia orgánica (humus del suelo) tiene un aporte importante a este parámetro, de tal forma que teniendo en cuenta el contenido de materia orgánica, se debe definir las dosis apropiadas de materia orgánica para mejorar la CIC.

Como se puede apreciar los mayores niveles de CIC se encuentran en el horizonte A, lo que indica que es óptimo para los cultivos en estudio ya que atribuye a los contenidos de arcilla y materia orgánica en el suelo y a valores óptimos de otras características ligadas como el pH y la temperatura del suelo.

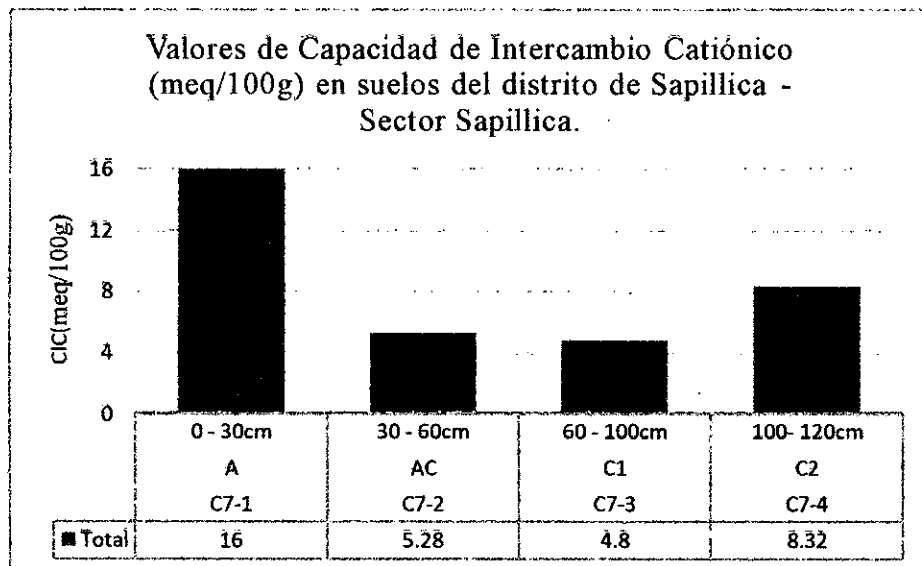


Gráfico 11. Valores de C.IC, calicata C7.

El contenido de materia orgánica (%) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico 12, se encuentra en un rango de 0.1 a 0.75%, con un promedio de 0.48, es decir que se clasifican en niveles bajos del contenido de materia orgánica, este parámetro tiene una alta correlación con el contenido de nitrógeno, por lo que podemos afirmar según el gráfico 13, que la concentración de este macronutriente en el suelo es muy baja, se estima en un rango de 0.01 a 0.04%, con un promedio de 0.025%.

Esto es debido a la escasa incorporación de materia orgánica. Con niveles bajos de materia orgánica resulta difícil conservar en buen estado de productividad los agrosistemas. Para las recomendaciones a tomar en este perfil debe considerarse el horizonte A.

Es importante tener presente este parámetro, no solo como fuente de nutrientes natural para los cultivos en estudio, sino por su efecto en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un factor muy importante en los suelos, de tal forma que se requiere dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad y cantidad del producto cosechado.

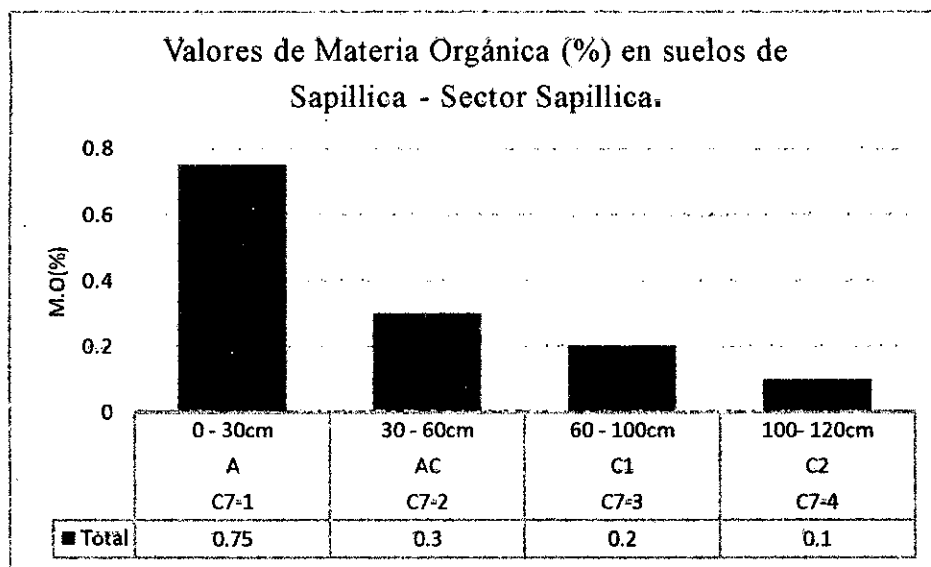
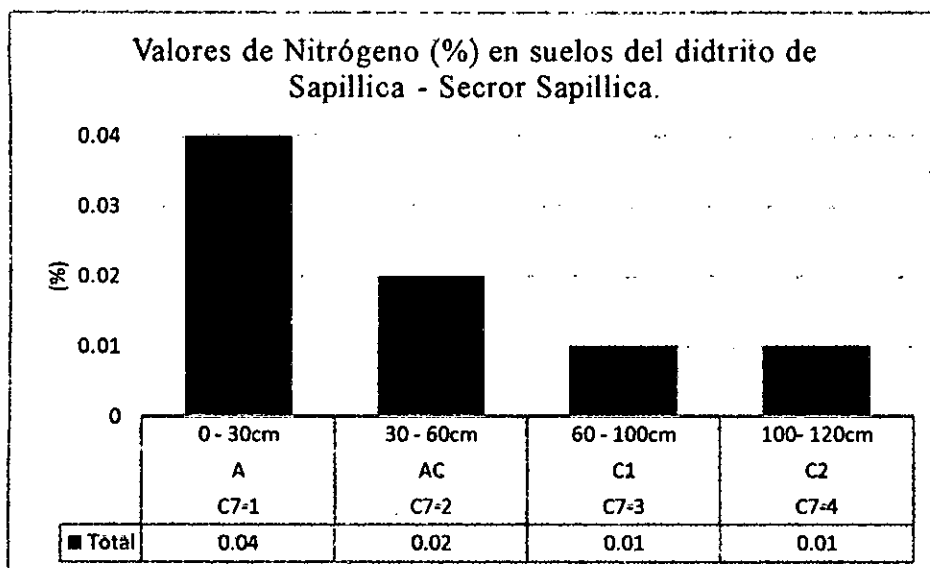


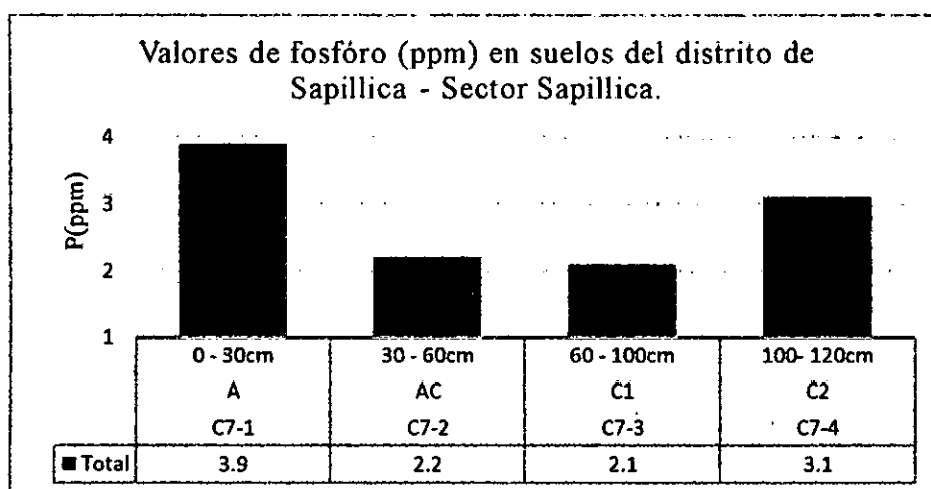
Gráfico 12. Valores de Materia Orgánica, calicata C7.



**Gráfico 13. Valores de Nitrógeno, calicata C7.**

El contenido de fósforo de los suelos estudiados (ppm) se encuentra en un rango de 2.1 a 3.9, con un promedio de 4.52, tal como se aprecia en el gráfico 14, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones bajas de este macronutriente, calificado como nivel bajo en los horizontes A, AC, C1 y C2.; es decir tienen valores menores de 7 ppm. Esto es importante al momento de definir las dosis altas, medias o bajas de fertilización fosfatada tomar en cuenta el horizonte A, dependiendo de los requerimientos de los cultivos a instalar.

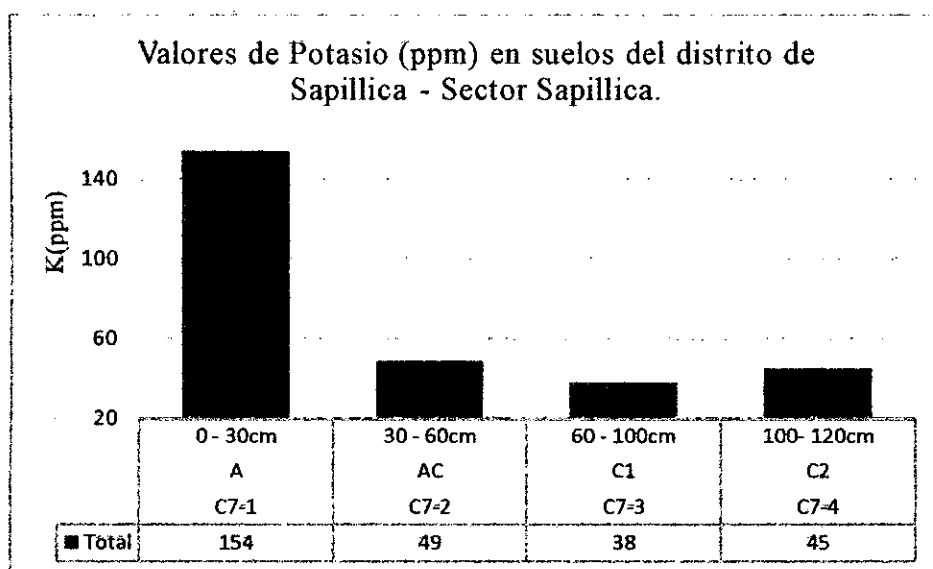
Esto nos indica que los niveles bajos se dan debido a la constante extracción de este nutriente por medio de los cultivos presentes en el campo muestreado y a la escasa reposición del elemento, vía fertilizantes o vía materia orgánica.



**Gráfico 14. Valores de Fósforo, calicata C7.**

El contenido de potasio (ppm) de los suelos estudiados se encuentra en un amplio rango 38 a 154 ppm, con un promedio de 71.5 ppm, tal como se aprecia en el gráfico, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones bajas y medias de este macronutriente; calificado como nivel medio en el horizonte A y nivel bajo en el horizonte AC, C1 y C2 tienen contenidos bajos de potasio.

Es importante reconocer que el potasio, junto con el nitrógeno, es uno de los nutrientes que más absorbe el cultivo de banano, por ello debemos tener en cuenta de manera importante el nivel de este elemento, especialmente en aquellos suelos cuyos resultados de análisis demuestran que los niveles son bajos. Es decir, que en los suelos con niveles bajos de potasio deben aplicarse dosis altas de abonos, para garantizar adecuados niveles de producción.



**Gráfico 15. Valores de Potasio, calicata C7**

Esta clasificación textural se debe a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que poseen los suelos, llevando estos % al triángulo textural. La clasificación para la calicata C7, la clase textural de suelos se da desde franco arenoso textura moderadamente gruesa en los horizontes A y en el horizonte AC, C1 y C2 es de clase textural arenoso textura gruesa, como se puede ver en el gráfico N°16.

Podemos decir que para los cultivos en estudio de palto y caco, la clase textural de esta calicata y especial del primer horizonte es óptima para los cultivos ya que éstos cultivos se desarrollan mejor en suelos macroporosos y bien aireados.

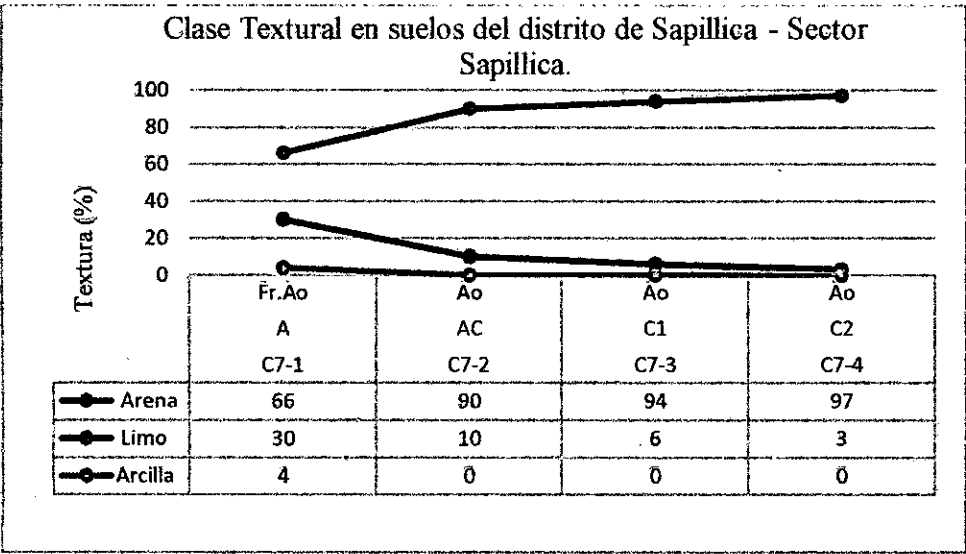


Gráfico 16. Clase Textural, calicata 07.

### 4.2.3 Sapillica – Sector Palto.

#### 4.2.3.1 Calicatas 08.

El pH de los suelos en la calicata C8, presentan valores entre 5.25 a 5.59, lo cual califica a los suelos como: Moderadamente ácidos en el horizonte C y Fuertemente ácidos en los horizontes A y AC.

El conocimiento del valor del pH del suelo es muy útil para el manejo de una buena fertilización. Valores entre 5.0 y 6.0 se consideran adecuados para café. En este rango de pH ocurre cierto grado de actividad microbiana que mineraliza los residuos orgánicos para dejar disponibles nutrientes, especialmente N, P, S y elementos menores.

Si el pH es inferior a 5.0, puede presentarse toxicidad por aluminio (Al) y/o Mn o pueden presentarse deficiencias de P, Ca, Mg, K, B, Cu y Zn. Si el pH es superior a 5.5, pueden ocurrir deficiencias de P, B, Fe, Cu, Zn. Lo anterior permite afirmar que si se conserva el pH del suelo entre 5.0 y 6.0, y si además se hace uso de materiales orgánicos descompuestos, no existirán problemas de elementos menores o S en el cafetal.

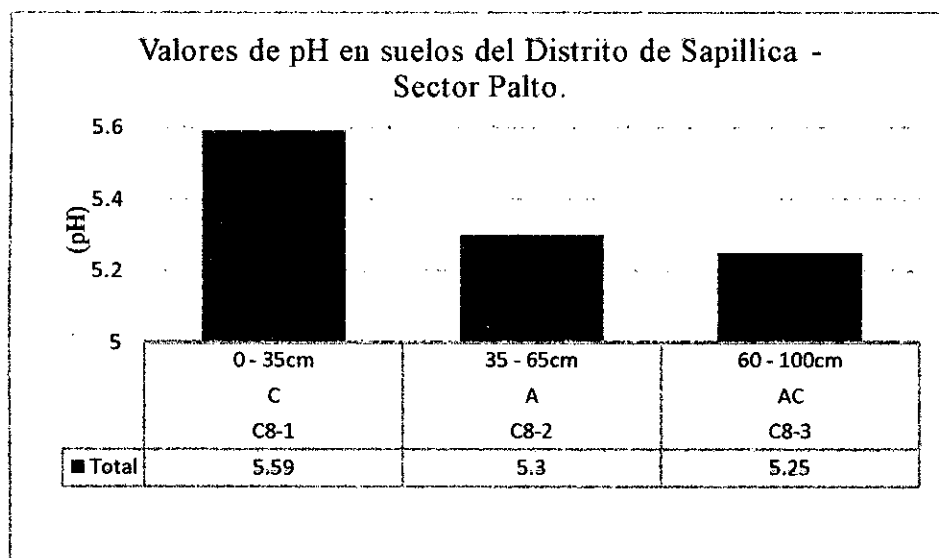


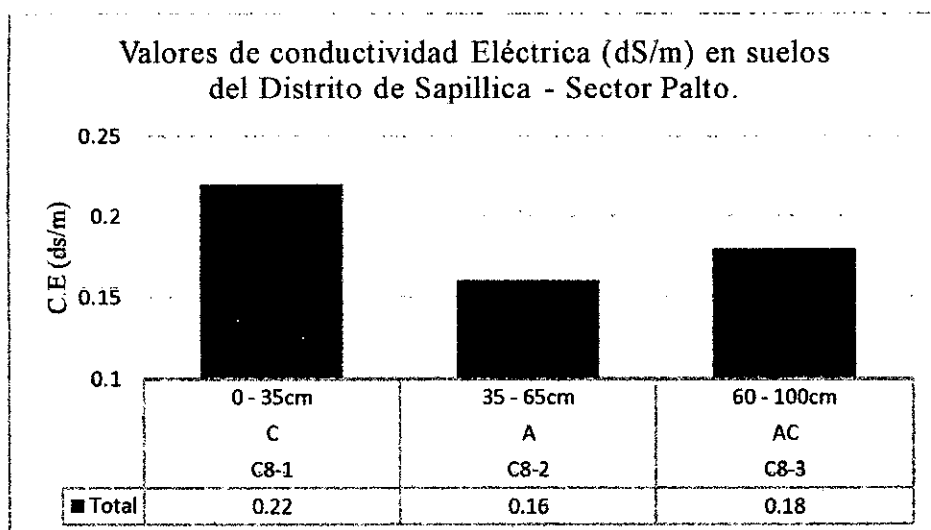
Gráfico 17. Valores de pH, calicata C8.

Los valores de conductividad eléctrica en esta calicata indican niveles entre 0.16 a 0.22 dS/m, lo cual califica a los suelos como ligeramente salinos. Es recomendable realizar estudios de detalle, ya que probablemente en algunos suelos donde no hay un drenaje óptimo, los niveles de salinidad sean más elevados.

El nivel de salinidad encontrado en todos los perfiles de suelos estudiados no es significativo, está por debajo del nivel crítico de 4 mmhos/cm para la mayoría de los cultivos, lo cual determina una disminución en la absorción de agua y nutrientes esenciales, necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Para el cultivo de palto, cacao y café es importante tener presente que valores que no sean de niveles o rangos altos ya que pueden ser un factor limitante para el desarrollo y crecimiento del cultivo; si es necesario se debe prevenir las fuentes de salinización y mal drenaje en los suelos agrícolas, como la disminución del uso de fertilizantes con alto índice de salinidad, aplicación de láminas de riego apropiadas y establecer un sistema de drenaje apropiado.

También es importante recomendar que en prevención al incremento de la salinidad de los suelos, debe diseñarse e implementarse un sistema de drenaje óptimo para los campos de cultivo en las zonas de estudio.



**Gráfico 18. Valores de Conductividad Eléctrica, calicata C8.**

La capacidad de intercambio catiónico de los suelos estudiados (meq/100 g.) se encuentra en un amplio rango de 18.56 a 38.56 meq/100 g., con un promedio de 26.4 ppm, tal como se aprecia en el gráfico 19, es decir que se encuentran suelos clasificados en niveles altos de esta característica del suelo. El 100 % de las muestras presentan nivel alto de CIC.

La capacidad de intercambio catiónico tiene una alta correlación con el contenido de coloides orgánicos y minerales en el suelo, dado que las arcillas constituyen un elemento natural inherente a la composición física granulométrica del suelo, también la materia orgánica (humus del suelo) tiene un aporte importante a este parámetro, de tal forma que teniendo en cuenta el contenido de materia orgánica, se debe definir dosis apropiadas de materia orgánica para mejorar la CIC.

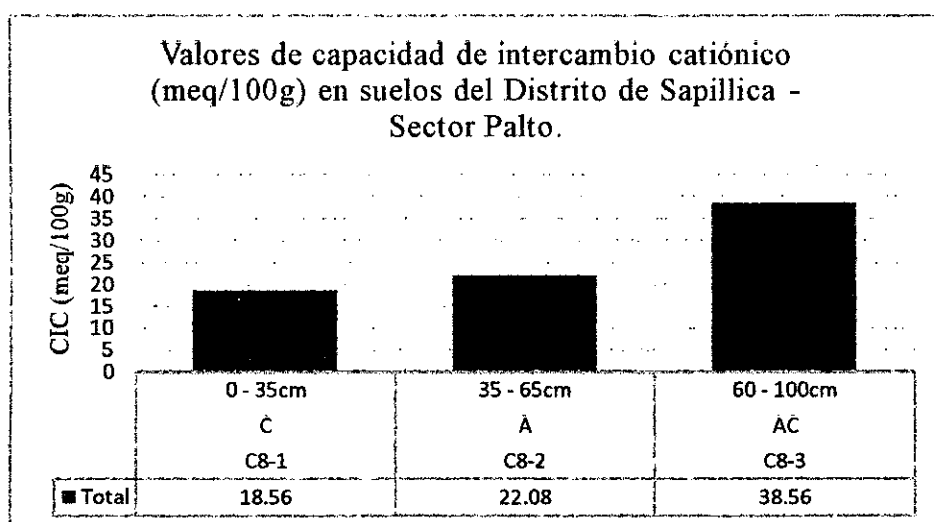


Gráfico 19. Valores de C.IC, calicata C8.

El contenido de materia orgánica (%) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico, se encuentra en un rango de 0.1 a 0.75, con un promedio de 0.38, es decir que se clasifican en niveles bajos del contenido de materia orgánica, este parámetro tiene una alta correlación con el contenido de nitrógeno, por lo que podemos afirmar que la concentración de este macronutriente en el suelo es muy baja, se estima en un rango de 0.01 a 0.04%, con un promedio de 0.023%.



Es importante tener presente este parámetro, no solo como fuente de nutrientes natural para el cultivo, sino por su efecto en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un factor muy importante en los suelos sanos, de tal forma que se requiere dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad y cantidad del producto cosechado. De acuerdo a estimaciones realizadas para los suelos en estudio, para que haya un efecto significativo en el suelo se requiere incrementar de forma adicional 1% de materia orgánica, lo que significa que dependiendo del suelo se requieren entre 30 a 40 toneladas de materia orgánica por hectárea, para enriquecer la capa arable en dicha magnitud.

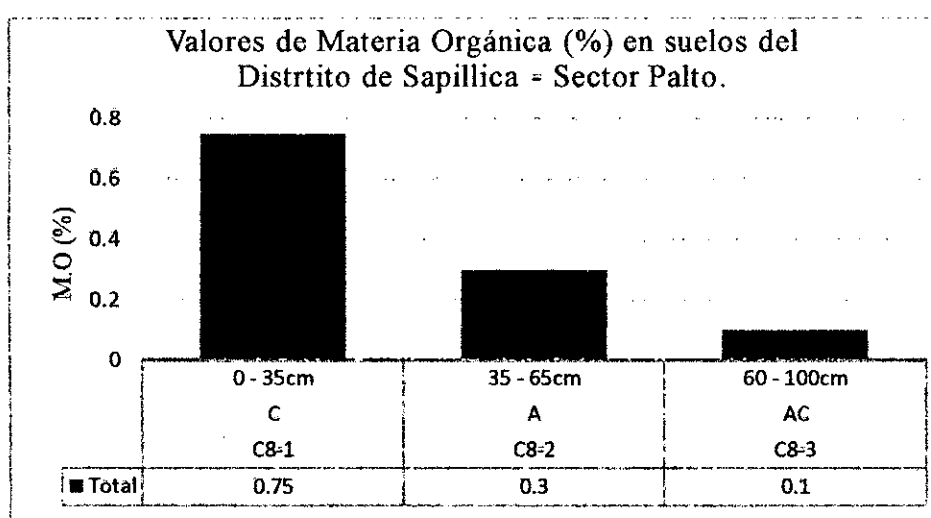


Gráfico 20. Valores de Materia Orgánica, calicata C8.

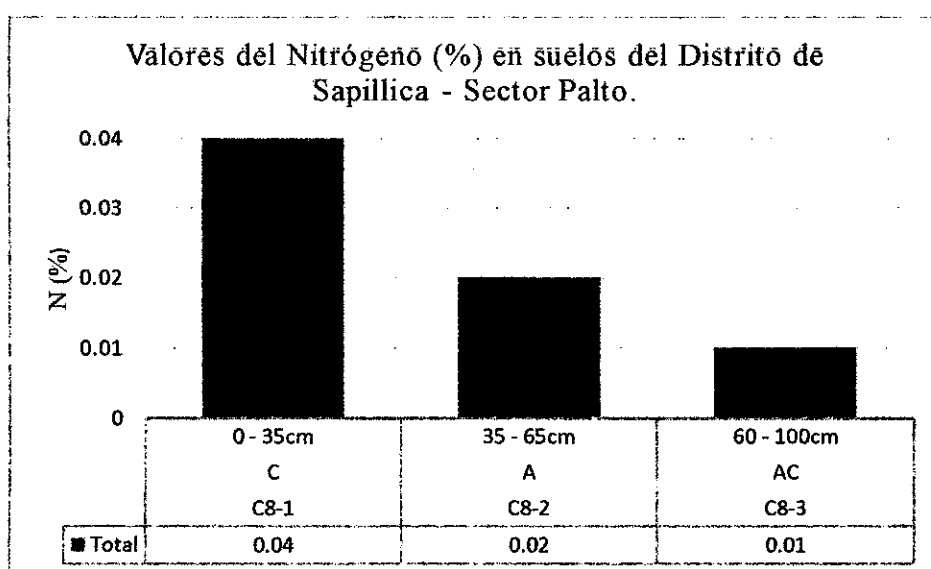


Gráfico 21. Valores de Nitrógeno, calicata C8.

El contenido de fósforo de los suelos estudiados (ppm) se encuentra en un amplio rango de 3.2 a 4.1, con un promedio de 3.6, tal como se aprecia en el gráfico 22, presentando niveles bajos en los horizontes C, A y AC de este macronutriente. El 100% de las muestras (60%) tienen niveles bajos de fosforo (menores de 7 ppm). Esto es importante al momento de definir las dosis altas, medias o bajas de fertilización fosfatada.

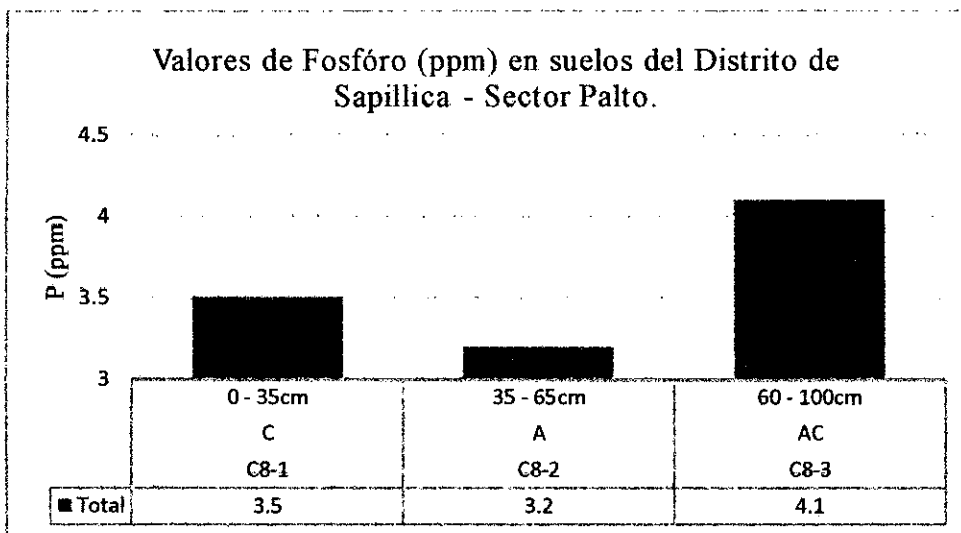
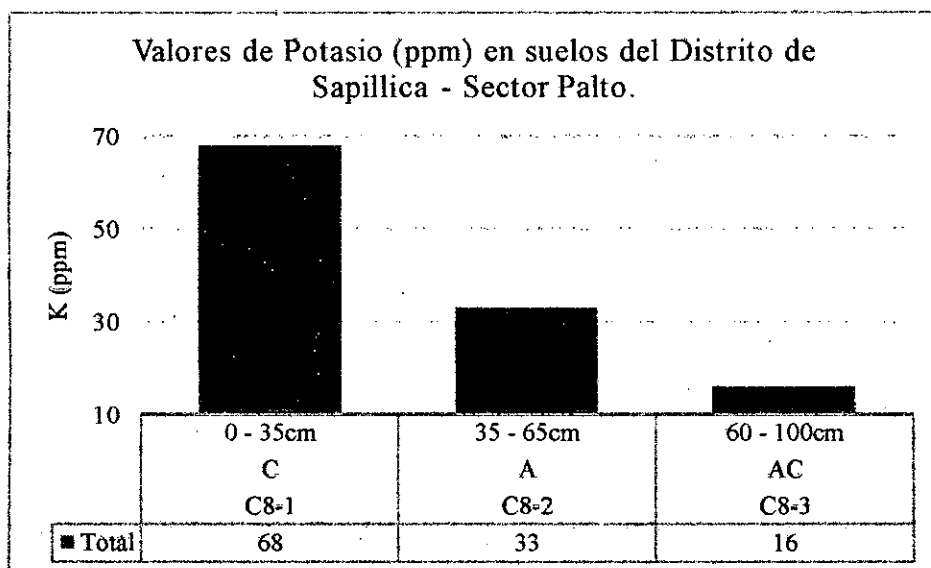


Gráfico 22. Valores de Fósforo, calicata C8

El contenido de potasio (ppm) de los suelos estudiados se encuentra en un amplio rango de 16 a 68 ppm, con un promedio de 39 ppm, tal como se aprecia en el gráfico 23, es decir que se encuentran suelos presentando niveles bajos de este macronutriente en los horizontes C, A y AC.

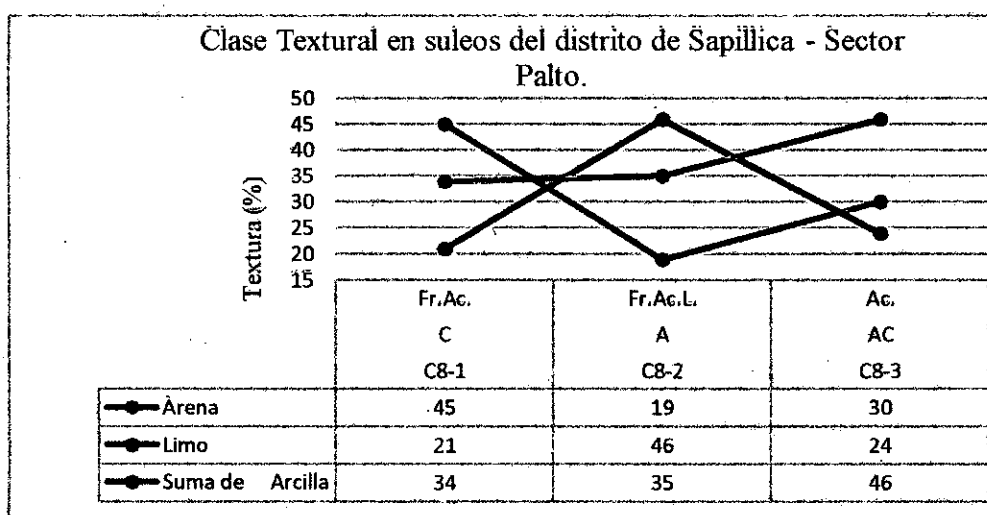
Debemos tener en cuenta de manera importante el nivel de este elemento, especialmente en aquellos suelos cuyos resultados de análisis demuestran que los niveles son bajos. Es decir, que en los suelos con niveles bajos de potasio deben aplicarse dosis altas de abonos, para garantizar adecuados niveles de producción.



**Gráfico 23. Valores de Potasio, calicata C8**

En el caso de la calicata C8 la clase textural que presenta es franco arcilloso textura moderadamente fina para el horizonte C, franco arcillo limoso textura moderadamente fina para el horizonte A y arcilla textura fina en el horizonte AC, como se observa en el gráfico 24.

Para el caso específico de los cultivos en estudio de palto y café, éstos requieren de suelos de textura Franco incluso permiten suelos de textura arcillosa siempre y cuando tengan buen drenaje y sean profundos.



**Gráfico 24. Clase Textural, calicata C8.**

#### 4.2.4 Sapillica – Sector Timbes Huabal.

##### 4.2.4.1 Calicata. N°C15.

El pH de los suelos en la calicata C15, presentan valores entre 5.98 a 6.60, lo cual califica a los suelos como: moderadamente ácida en el horizonte Ap; ligeramente ácida AC, C1 y C2; y neutro en el horizonte C3.

Esto indica que los valores de pH aún están dentro de los valores óptimos para la capa arable, ya que por ejemplo para el cultivo de cacao presenta adaptación rangos de 5.6 a 6.5, es decir a suelos ácidos; es así para una apropiada disponibilidad y absorción de nutrientes, se debe mejorar la actividad de microorganismos con buena incorporación y posterior descomposición de materia orgánica.

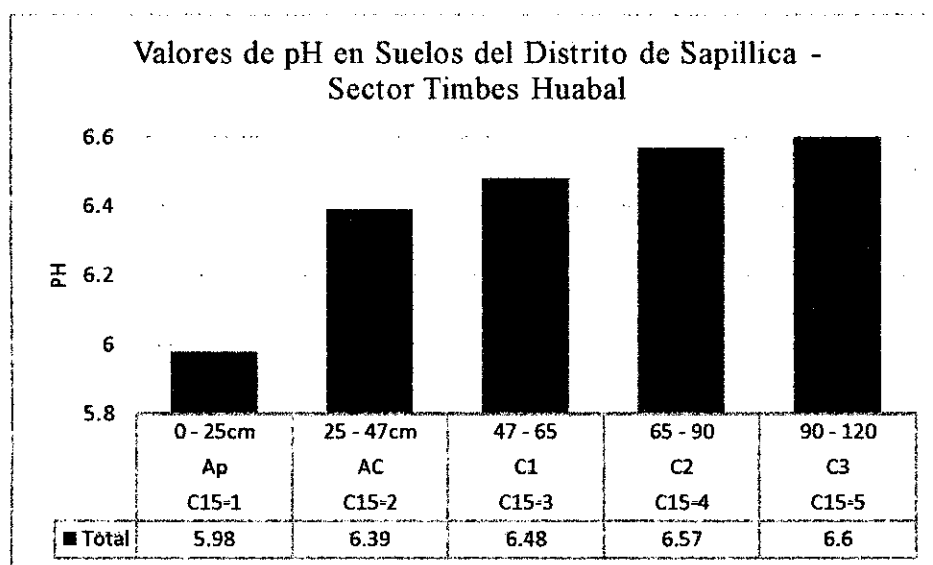


Gráfico 25. Valores de pH. Calicata C15.

La conductividad eléctrica (mmhos/cm) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico 26, se encuentra en un rango de 0.23 a 0.48, con un promedio de 0.33, es decir que se clasifican como suelos muy ligeramente salinos. Es probable que en algunos suelos donde no hay un drenaje óptimo o no se encuentra habilitado por un adecuado sistema de drenaje, los niveles de salinidad sean más elevados, para lo cual se deben realizar estudios de detalle.

En todo caso, el nivel de salinidad encontrado en todos los perfiles de suelos estudiados no es significativo, está por debajo del nivel crítico de 4 mmhos/cm para la mayoría de los cultivos, lo cual determina una disminución en la absorción de agua y nutrientes esenciales, necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo. En el caso

del cultivo de cacao, diversos reportes indican que es susceptible a concentraciones de sales por encima de 1.3 mmhos/cm, debido a ello es preciso tener en cuenta el peligro de la salinización y mal drenaje, instalando en el área un adecuado sistema de drenaje en el campo y un programa de riegos apropiado.

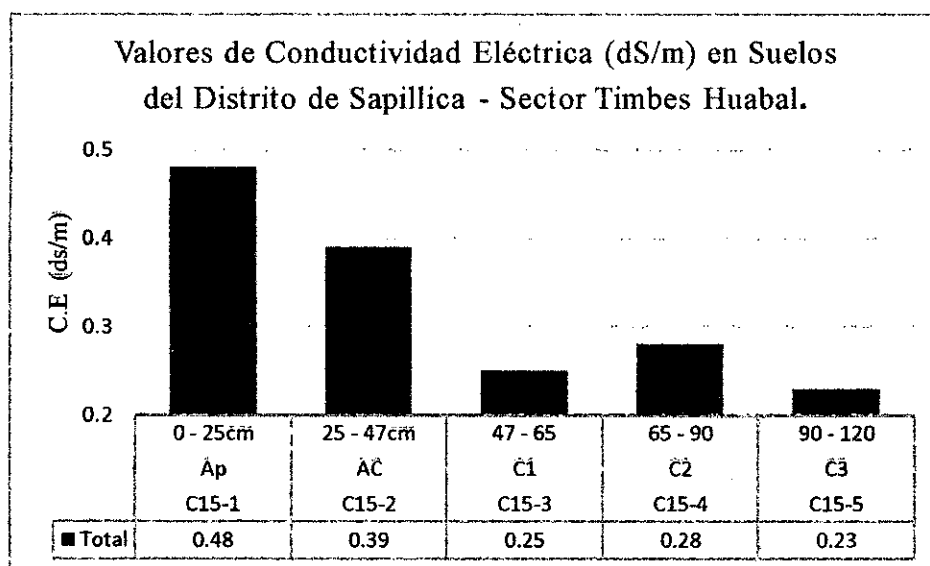
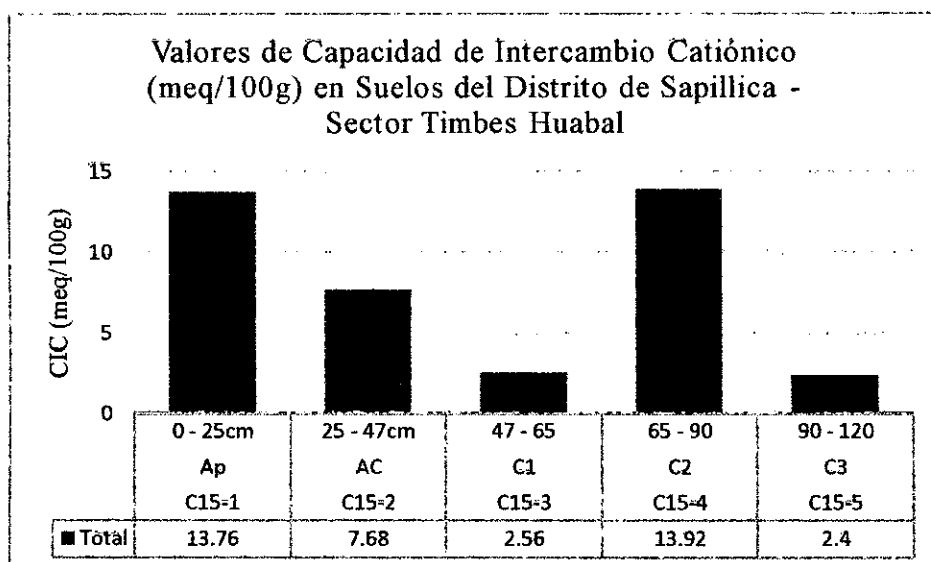


Gráfico 26. Valores de Conductividad Eléctrica. Calicata C15.

La capacidad de intercambio catiónico en la calicata C15, indica un rango de valores de 2.40 a 13.92meq/100g, ello indica que los niveles de CIC son muy bajos a niveles medios, con un promedio de 8.06 ppm, tal como se aprecia en el gráfico 27.

Para el horizonte Ap nos indica que presenta valores óptimos pues se encuentra en un rango de valores medios, lo que muestra que no es significativo para su desarrollo del cultivo.

La capacidad de intercambio catiónico tiene una alta correlación con el contenido de coloides orgánicos y minerales en el suelo, dado que las arcillas constituyen un elemento natural inherente a la composición física granulométrica del suelo, también la materia orgánica (humus del suelo) tiene un aporte importante a este parámetro, de tal forma que teniendo en cuenta el contenido de materia orgánica, se debe definir dosis apropiadas de materia orgánica para mejorar la CIC.



**Gráfico 27. Valores de Capacidad de Intercambio Catiónico, calicata C15.**

El contenido de materia orgánica (%) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en el gráfico, se encuentra en un rango de 0.05 a 0.75%, con un promedio de 0.29, es decir que se clasifican en niveles bajos del contenido de materia orgánica, este parámetro tiene una alta correlación con el contenido de nitrógeno, por lo que podemos afirmar que la concentración de este macronutriente en el suelo es muy baja, se estima en un rango de 0.00 a 0.04%, con un promedio de 0.016%.

Esto se debe a la poca incorporación de materia orgánica al suelo y a la lenta descomposición de residuos orgánicos, que de manera natural caen en la superficie del suelo.

Es importante tener presente este parámetro, no solo como fuente de nutrientes natural para el cultivo, sino por su efecto en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un factor muy importante en los suelos sanos, de tal forma que se requiere dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad y cantidad del producto cosechado. De acuerdo a estimaciones realizadas para los suelos en estudio, para que haya un efecto significativo en el suelo se requiere incrementar de forma adicional 1% de materia orgánica, lo que significa que dependiendo del suelo se requieren entre 30 a 40 toneladas de materia orgánica por hectárea, para enriquecer la capa arable en dicha magnitud.

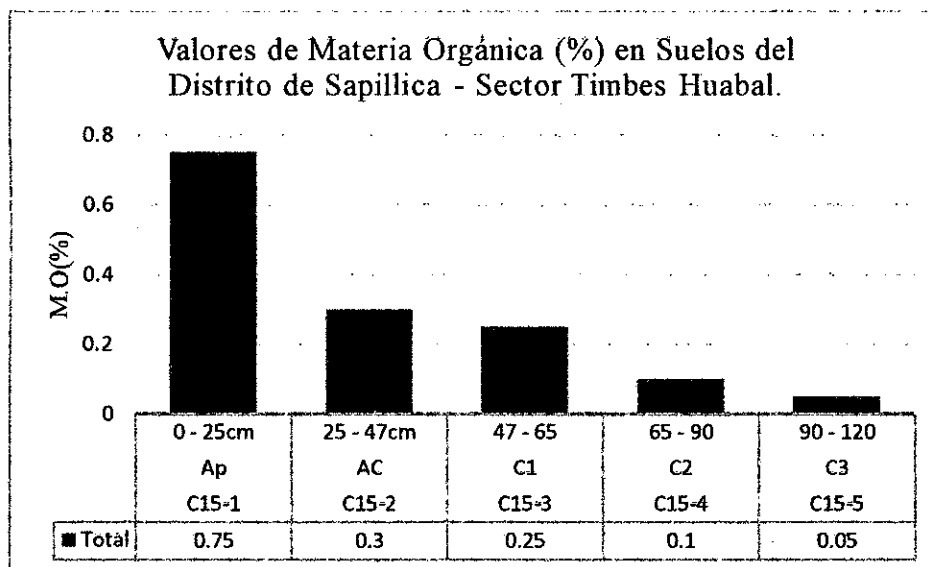


Gráfico 28. Valores de Materia Orgánica. Calicata C15.

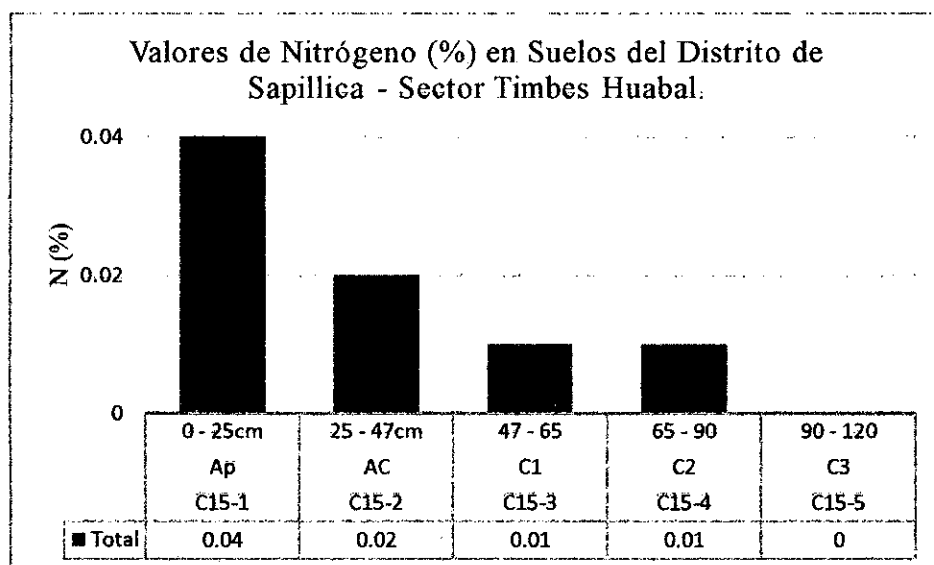


Gráfico 29. Valores de Nitrógeno, calicata C15.

El contenido de fósforo de los suelos estudiados (ppm) se encuentra en un rango de 2.50 a 4.20, con un promedio de 3.14, tal como se aprecia en el gráfico 30, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones bajas de este macronutriente; es decir tienen valores menores de 7 ppm. Esto es importante al momento de definir las dosis altas, medias o bajas de fertilización fosfatada por cada sector en estudio dependiendo de los requerimientos de los cultivos.

Esto nos indica que los niveles bajos se dan debido a la constante extracción de este nutriente por medio de los cultivos presentes en el campo muestreado y a la escasa reposición del elemento, vía fertilizantes o vía materia orgánica.

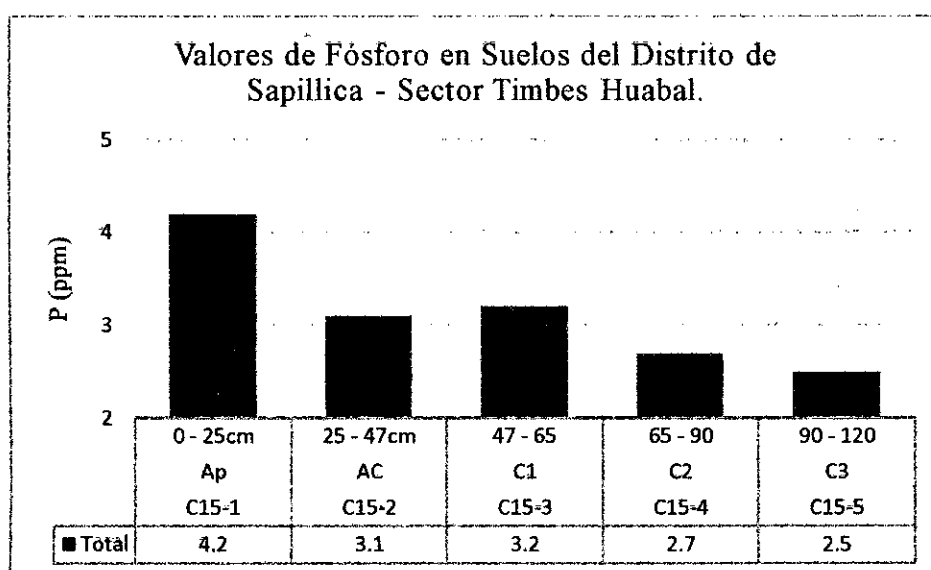


Gráfico 30. Valores de Fósforo, calicata C15.



El contenido de potasio (ppm) de los suelos estudiados se encuentra en un rango de 105 a 185 ppm, con un promedio de 148 ppm, tal como se aprecia en el gráfico 32, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones medias de este macronutriente.

Es importante reconocer que el potasio, junto con el nitrógeno, es uno de los nutrientes que más absorbe el cultivo de cacao, por ello debemos tener en cuenta de manera importante el nivel de este elemento, especialmente en aquellos suelos cuyos resultados de análisis demuestran que los niveles son bajos. Es decir, que en los suelos con niveles bajos de potasio deben aplicarse dosis altas de abonos, para garantizar adecuados niveles de producción.

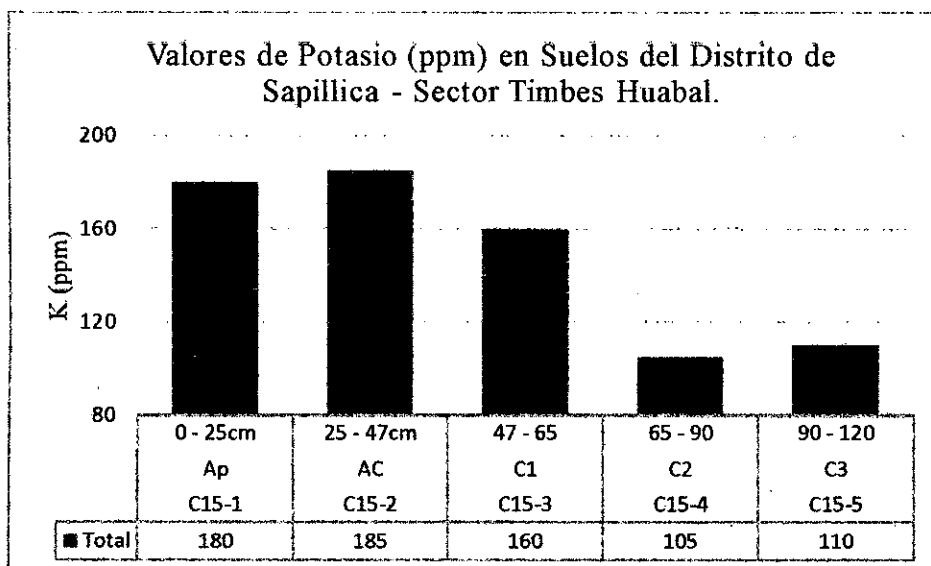


Gráfico 31. Valores de Potasio, calicata C15.

En la calicata 15, la clase textural de los suelos en el horizonte Ap es franco arcilloso arenoso, el horizonte AC y C2 franco arenoso, y arenoso en el horizonte C1 y C3, calificándose como una clase textural moderadamente fina en el horizonte Ap, conveniente para la mayoría de las especies cultivadas.

Así tenemos; los mejores suelos para el cultivo cacao, son los de clase textural franco arenoso, así como también los arcillosos pero con buen drenaje. Como se observa en la capa arable, la más importante en el cultivo debido a que allí se desarrolla el máximo volumen de raíces, la clase textural Franco Arcillo arenosa, brinda condiciones apropiadas para el desarrollo de los cultivos en estudio referidos a la capacidad retentiva de humedad, aireación y drenaje.

Tomando en cuenta lo expresado podemos decir que la zona en estudio cuenta con la textura de suelo adecuado para el buen desarrollo del cultivo.

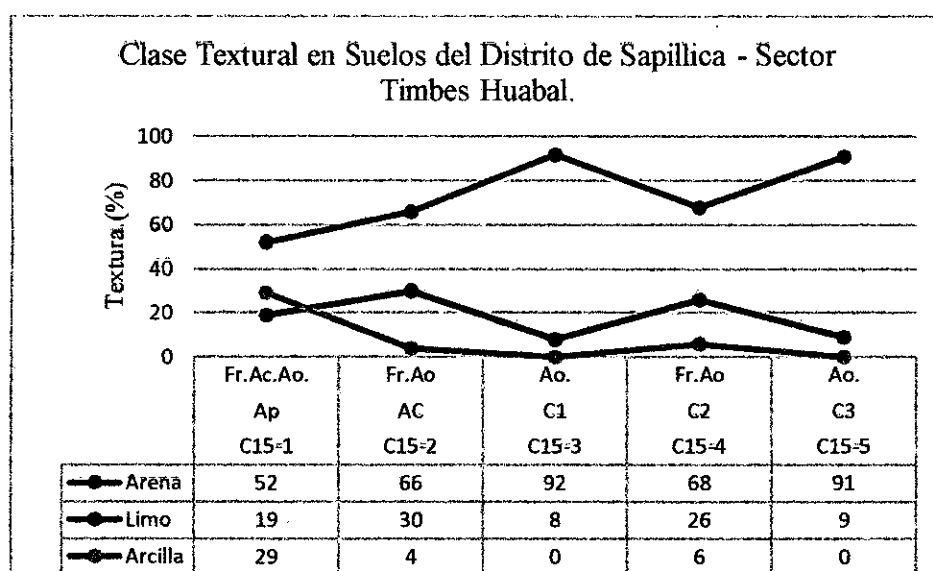


Gráfico 32. Clase Textural, Calicata C15.

#### 4.2.5 Sapollica – Sector Nuevo Progreso.

##### 4.2.5.1 Calicata. N° C17.

El pH de los suelos en la calicata C17, indica valores entre 6.80 a 6.85, lo cual califica a los suelos como: neutros en los horizontes A, CR y R. Lo que nos indica que los valores de pH están dentro de los valores óptimos para una apropiada disponibilidad y absorción de nutrientes, mejor actividad de microorganismos, buena descomposición de materia orgánica.

Para el caso del cultivo de cacao, estos valores presentan las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo ya que para tener buenos rendimientos este cultivo debe tener un pH óptimo de 5.5 a 6.5; en conclusión como se puede observar en el gráfico 33, el horizonte Ap los resultados obtenidos indican que están en condiciones para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

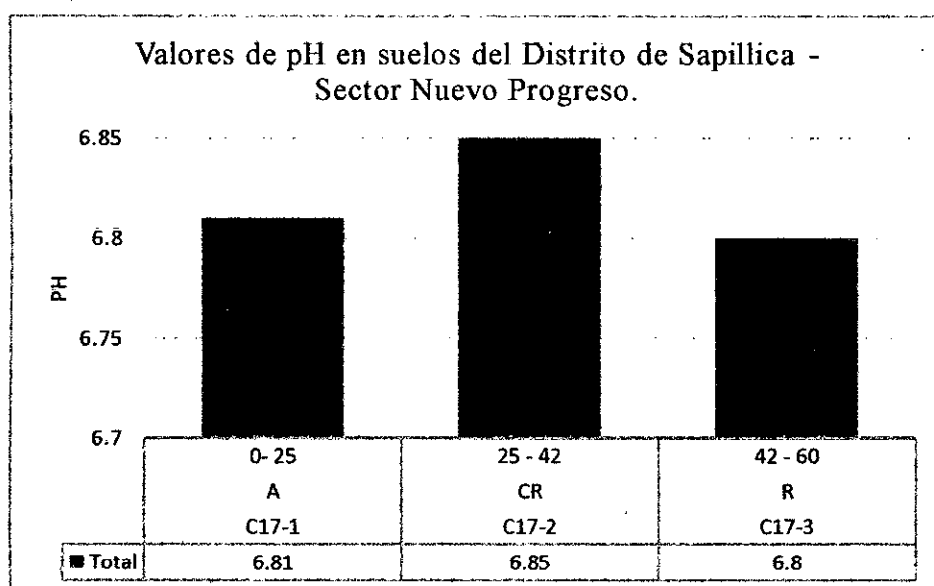


Gráfico 33. Valores de pH. Calicata C17.

Los valores de conductividad eléctrica en la calicata C17, presenta valores entre 0.16 a 0.49 dS/m, calificando como muy ligeramente salino, en los horizontes posteriores se va disminuyendo progresivamente hasta llegar a calificarse como horizonte no salinos.

El nivel de salinidad encontrado en todos los perfiles de suelos estudiados no es significativo, está por debajo del nivel crítico de 4 mmhos/cm para la mayoría de los cultivos, lo cual determina una disminución en la absorción de agua y nutrientes esenciales, necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

De esta manera se puede afirmar que los bajos niveles de concentración de sales afectarían de manera poco significativa a los rendimientos en los cultivos, Lo que indica que los suelos son buenos para el desarrollo óptimo del cultivo por tener concentración mínima de sales en la zona. Es importante recomendar que en prevención al incremento de la salinidad de los suelos, debe diseñarse e implementarse un sistema de drenaje óptimo para los campos de cultivo.

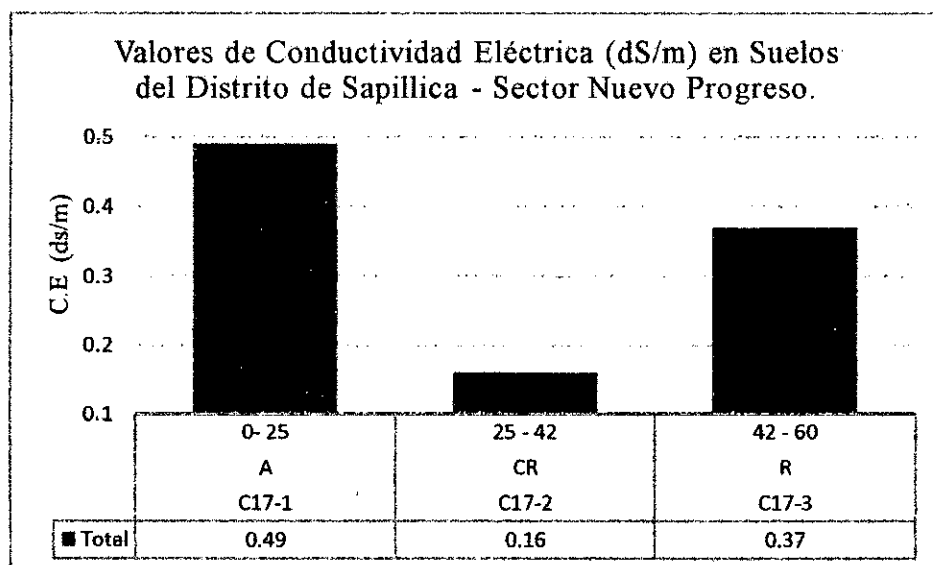


Gráfico 34. Valores de Conductividad Eléctrica. Calicata C17.

La capacidad de intercambio catiónico en la calicata C17 presenta valores de 3.2 a 14.72 meq/100g, lo cual se califica como niveles de CIC muy bajos en el horizonte R, bajos en el horizonte CR y alto en el horizonte A.

La C.I.C es muy importante, puesto que permite retener los elementos necesarios para nutrir a las plantas (cationes) e intercambiarlos a la solución suelo. De esta forma pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas. Una de las prácticas de manejo necesarias para mejorar el nivel de C.I.C, es la aplicación de materia orgánica.

Como se puede apreciar en la gráfica 35, el horizonte Ap es el mayor nivel de CIC, la misma que se encuentra a una profundidad de 0 a 25 cm, lo cual se atribuye a la cantidad y tipo de arcillas (coloides) del suelo, al tipo de pH y al porcentaje de materia orgánica que presentan los suelos.

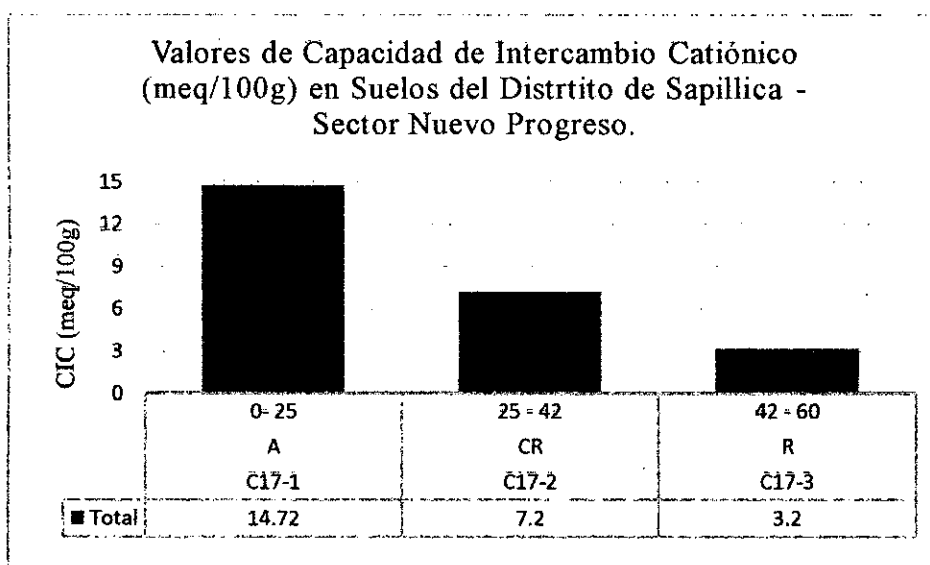
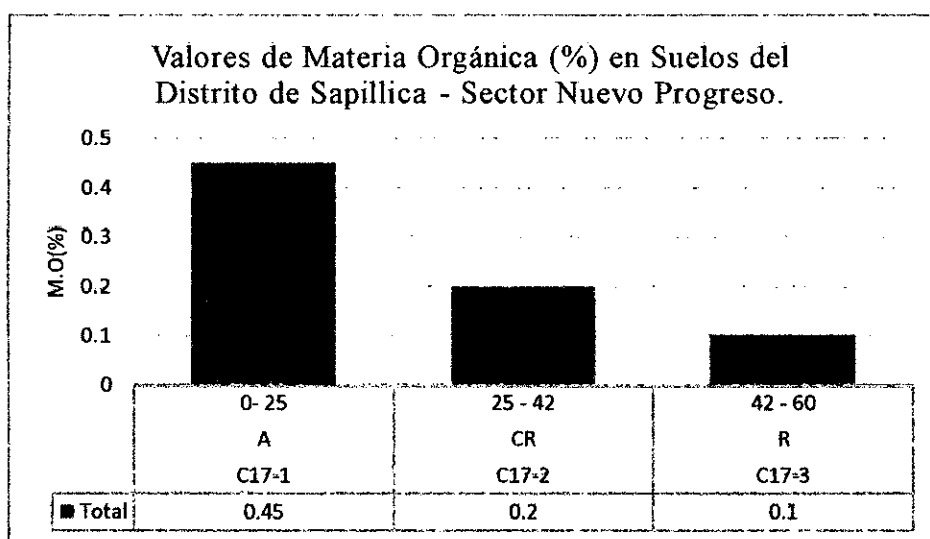


Gráfico 35. Valores de Capacidad de Intercambio Catiónico, calicata C17.

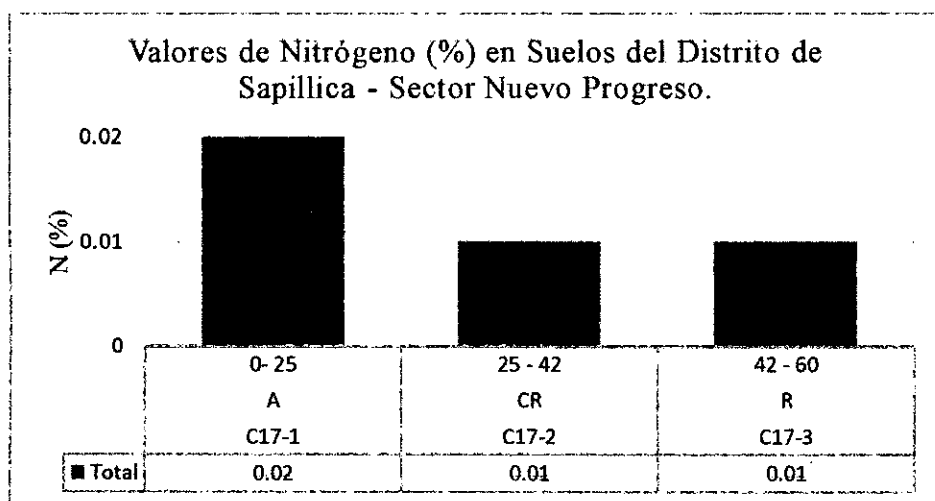
Los valores de materia orgánica indican rangos en la calicata C17 presenta rangos desde 0.10 a 0.45%, lo cual nos indica que existen valores muy bajos de materia orgánica, este parámetro tiene una alta correlación con el contenido de nitrógeno, por lo que podemos afirmar que la concentración de este macronutriente en el suelo es muy baja, se estima en un rango de 0.01 a 0.02 %, siendo el horizonte A quien presenta el 0.02%.

Esto se debe a la poca incorporación de materia orgánica al suelo y a la lenta descomposición de residuos orgánicos, que de manera natural caen en la superficie del suelo.

Es importante tener presente este parámetro, no solo como fuente de nutrientes natural para el cultivo, sino por su efecto en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un factor muy importante en los suelos sanos, de tal forma que se requiere dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad y cantidad del producto cosechado. De acuerdo a estimaciones realizadas para los suelos en estudio, para que haya un efecto significativo en el suelo se requiere incrementar de forma adicional 1% de materia orgánica, lo que significa que dependiendo del suelo se requieren entre 30 a 40 toneladas de materia orgánica por hectárea, para enriquecer la capa arable en dicha magnitud.



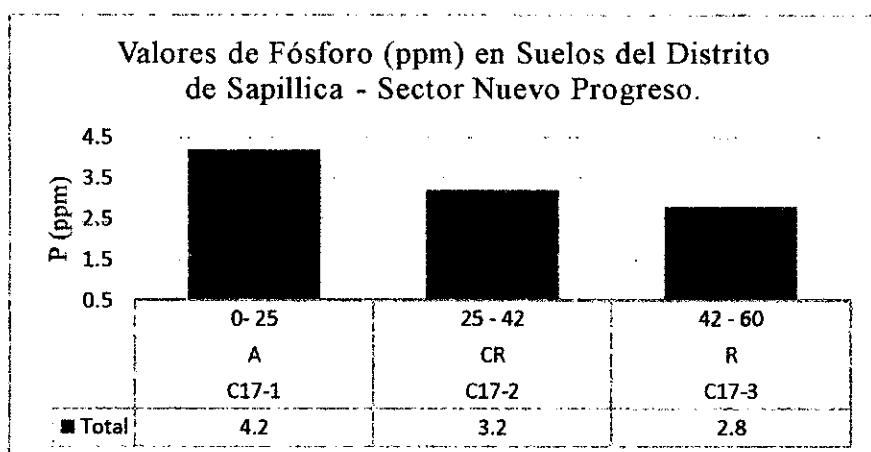
**Gráfico 36. Valores de Materia Orgánica. Calicata C17.**



**Gráfico 37. Valores de Nitrógeno, calicata C17.**

El fósforo presenta rango de valores en la calicata C17 indica valores desde 2.8 a 4.2 ppm, es decir que existen valores bajos, como se puede observar la baja concentración de fósforo encontrada en la capa superficial que se ha muestreado.

Esto nos indica que los niveles bajos se dan debido a la constante extracción de este nutriente por medio de los cultivos presentes en el campo muestreado y a la escasa reposición del elemento, vía fertilizantes o vía materia orgánica, a la débil descomposición de la materia orgánica, así como también por efectos de la erosión, Por ello se recomienda incorporar mayor cantidad de materia orgánica para la mineralización del humus incluyendo los abonos verdes en las rotaciones de cultivo, el mulching con varios materiales orgánicos, y la adición de abonos de origen animal.



**Gráfico 38. Valores de Fósforo, calicata C17.**

El potasio en la calicata C17 se encuentra en concentraciones de 38 a 154 ppm, presentando niveles bajos y medios, lo cual se correlaciona con los componentes del suelo como las arcillas y el contenido de materia orgánica.

Es importante reconocer que el potasio, junto con el nitrógeno, es uno de los nutrientes que más absorbe el cultivo de cacao, por ello debemos tener en cuenta de manera importante el nivel de este elemento, especialmente en aquellos suelos cuyos resultados de análisis demuestran que los niveles son bajos. Es decir, que en los suelos con niveles bajos de potasio deben aplicarse dosis altas de abonos, para garantizar adecuados niveles de producción.

Estos niveles de concentración bajos se deben a la absorción del potasio por medio de las plantas, y otra mayor es absorbida por los coloides.

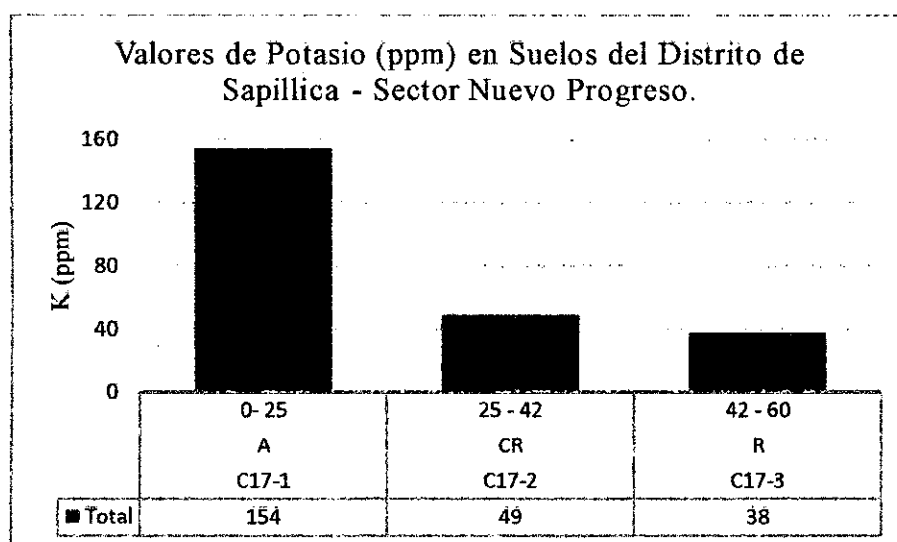


Gráfico 39. Valores de Potasio, calicata C17.



Esta clasificación textural se debe a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que poseen los suelos, llevando estos % al triángulo textural. En la calicata C17, la clase textural que presenta es franco arenoso para los horizontes A y CR; y de clase textural arenoso para el horizonte R, clasificándose como Textura moderadamente gruesa a gruesa.

Podemos decir que para los cultivos en estudio de cacao, la clase textural de esta calicata y especial del primer horizonte es óptima para los cultivos ya que éste cultivo se desarrolla mejor en suelos macroporosos y bien aireados, profundos y con buen drenaje.

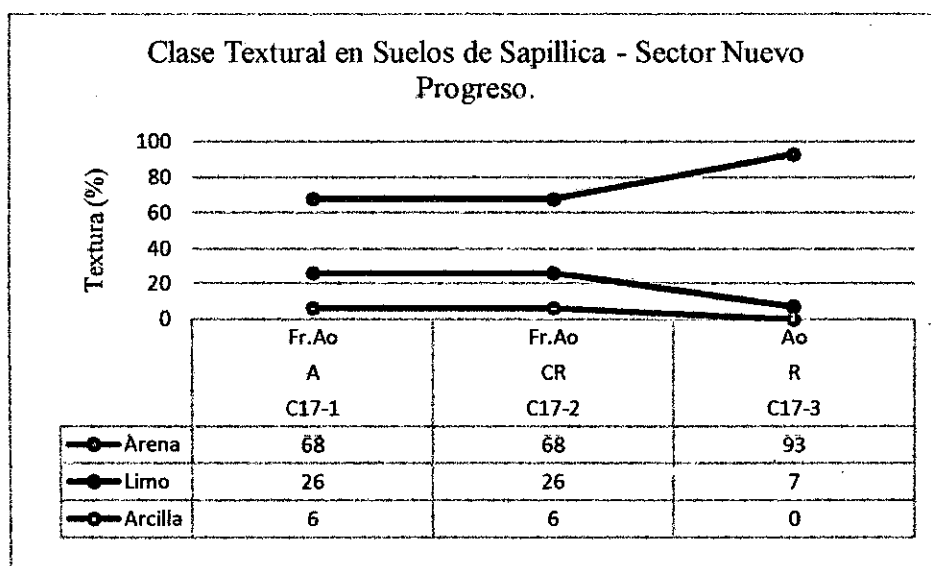


Gráfico 40. Clase Textural, Calicata C17.

### 4.3. Interpretación de los resultados de análisis de suelos

#### 4.3.1 Requerimiento edáficos de los cultivos de palto, café y cacao.

Para interpretar los resultados de los análisis de suelos en relación con los cultivos de cacao, café y palto, se debe conocer los requerimientos del cultivo, especialmente aquellos relacionados con las características edáficas. Como todos los cultivos de producción abundante, las especies en estudio tienen una alta demanda de nutrientes y condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo. Para tal efecto, se presenta a continuación información necesaria, que permitirá calificar a los suelos por su aptitud potencial para los cultivos.

#### 4.3.2 Interpretación y calificación de los parámetros edáficos de las muestras de suelo analizadas.

A continuación se presenta un cuadro de síntesis de todos los resultados, donde se aprecia el rango de valores encontrados y el promedio para cada uno de los parámetros analizados, en las muestras provenientes de los 10 lugares priorizados para el estudio de suelos.

Cuadro N°8. Síntesis de los resultados de análisis de Suelos.

Parámetros	Unidades	Mínimo	Máximo	Promedio
pH	unidades	5.17	6.85	6.00
Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	0.16	0.49	0.29
Carbonato de calcio	%	0.0	0.0	0.00
Materia orgánica	%	0.10	0.75	0.36
Fosforo	ppm	2.10	5.40	3.50
Potasio	ppm	16	210	118
Textura del suelo	Clase	Ac	Ao	Fr
Capacidad de Intercambio Catiónico	meq/100g.s.	2.40	38.72	13.15
Relaciones $Ca^{++}/Mg^{++}$	Unidades	1.59	11.42	4.78
Relaciones $K^{+}/Mg^{++}$	Unidades	0.03	0.71	0.29
Relaciones $Ca^{++}/K^{+}$	Unidades	4.05	102.13	29.15
Porcentaje de sodio intercambiable	%	0.71	14.07	4.57

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.3.2.1 Reacción del suelo (pH).**

La reacción del suelo es un parámetro químico determinado por el pH, dicho parámetro que indica la acidez, neutralidad o alcalinidad de los suelos, influye sobre las formas químicas disponibles de los nutrientes esenciales, además de la concentración en que se encuentran en el suelo. El pH de los suelos estudiados, tal como se aprecia en la cuadro N° 8, se encuentra en un rango de 5.17 – 6.85, con un promedio de 6.00, es decir que se clasifican como fuertemente ácidos (30%), moderadamente ácidos (60%) y neutros (10%).

La acidez del suelo indica la disminución de la disponibilidad del grupo de los macronutrientes, especialmente en aquellos suelos clasificados como fuerte a moderadamente ácidos. Es importante tener en cuenta estos valores al momento de definir las prácticas de manejo y fertilización de suelos. Al momento de instalar las plantas a campo definitivo es importante considerar la incorporación dosis de fertilización de fondo con fertilizantes y/o enmiendas de carácter alcalino, principalmente en aquellos suelos con fuerte a moderada acidez.

#### **4.3.2.2 Conductividad eléctrica del suelo.**

La conductividad eléctrica (mmhos/cm) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en la cuadro N°8, se encuentra en un rango de 0.16 – 0.49, con un promedio de 0.29, es decir que se clasifican como suelos muy ligeramente salinos.

El nivel de salinidad encontrado en todos los perfiles de suelos estudiados no es significativo, está por debajo del nivel crítico de 4 mmhos/cm para la mayoría de los cultivos, lo cual determina una disminución en la absorción de agua y nutrientes esenciales, necesarios para el crecimiento y desarrollo del cultivo. En los cultivos de interés como palto, café y cacao, diversos reportes indican que el palto es susceptible a concentraciones de sales por encima de 1.0 mmhos/cm, debido a ello es preciso tener en cuenta el peligro de la salinización y mal drenaje en áreas con pendiente de 0 a 2% (terrazas aluviales), instalando en el área un adecuado sistema de drenaje en el campo y un programa de riegos apropiado.

#### **4.3.2.3 Materia Orgánica.**

El contenido de materia orgánica (%) de los suelos estudiados, tal como se aprecia en la cuadro N° 8, se encuentra en un rango de 0.10% - 0.75%, con un promedio de 0.36%, es decir que se clasifican en niveles bajos del contenido de materia orgánica, este parámetro tiene una alta correlación con el contenido de nitrógeno y otros nutrientes asociados a los tejidos orgánicos, por lo que podemos afirmar que la concentración de este macronutriente en el suelo es muy baja, se estima en un rango de 0.01 a 0.04%, con un promedio de 0.02%.

Es importante tener presente este parámetro, no solo como fuente de nutrientes natural para el cultivo, sino por su efecto en las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es un factor muy importante en los suelos sanos, de tal forma que se requiere dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad y cantidad del producto cosechado. De acuerdo a estimaciones realizadas para los suelos en estudio, para que haya un efecto significativo en el suelo se requiere incrementar de forma adicional 1% de materia orgánica, lo que significa que dependiendo de las características del suelo se requieren entre 30 a 40 toneladas de materia orgánica por hectárea, para enriquecer la capa arable en dicha magnitud.

#### **4.3.2.4 Fósforo disponible.**

El contenido de fósforo de los suelos estudiados (ppm) se encuentra en un amplio rango de 2.10 – 5.40 ppm, con un promedio de 3.50 ppm, tal como se aprecia en el cuadro N° 8, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones bajas de este macronutriente. Todas las muestras (100%) tienen niveles bajos de fósforo (menores de 7 ppm), esto es importante para definir las dosis de fertilización fosfatada tanto de fondo como de mantenimiento para los cultivos.

#### **4.3.2.5 Potasio disponible.**

El contenido de potasio (ppm) de los suelos estudiados se encuentra en un amplio rango de 16 – 210 ppm, con un promedio de 118 ppm, tal como se aprecia en la cuadro N°8, es decir que se encuentran suelos clasificados en concentraciones bajas y medias de este macronutriente. El 10% de los suelos presentan concentraciones bajas y el 90% tienen concentraciones medias de potasio.

Es importante reconocer que el potasio, junto con el nitrógeno, es uno de los nutrientes que más absorben los cultivos de palta, café y cacao, por ello debemos tener en cuenta de manera importante el nivel de este elemento, especialmente en aquellos suelos cuyos resultados de análisis demuestran que los niveles son bajos. Es decir, que en los suelos con niveles bajos de potasio deben aplicarse dosis altas de abonos, para garantizar adecuados niveles de producción.

#### **4.3.2.6 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).**

La capacidad de intercambio catiónico de los suelos estudiados (meq/100 g.) se encuentra en un amplio rango de 2.10 – 38.72 meq/100 g, con un promedio de 13.15 meq/100 g, tal como se aprecia en la cuadro N°8, es decir que se encuentran suelos clasificados en niveles muy bajos, bajos, medios y altos de esta característica del suelo. El 30% de las muestras expresan un nivel bajo, el 40% nivel medio y 30% de las muestras presentan nivel alto de CIC.

La capacidad de intercambio catiónico tiene una alta correlación con el contenido de coloides orgánicos y minerales en el suelo, dado que las arcillas constituyen un elemento natural inherente a la composición física granulométrica del suelo, también la materia orgánica (humus del suelo) tiene un aporte importante a este parámetro, de tal forma que teniendo en cuenta el contenido de materia orgánica, se debe definir dosis apropiadas de enmiendas orgánicas para mejorar la CIC.

#### **4.3.2.7 Relaciones catiónicas $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$ .**

Las relaciones catiónicas  $\text{Ca}^{++}/\text{Mg}^{++}$  de los suelos estudiados se encuentran en un amplio rango de 1.59 – 11.42, con un promedio de 4.78, tal como se aprecia en la cuadro N°8, teniendo en cuenta que el rango optimo es de 3 a 7 en la proporción relativa entre los dos elementos, podemos indicar que los valores menores de 3 implican probable deficiencia de calcio en los cultivos, si es que no se realizan las medidas correctivas del caso, si los valores son mayores de 7 puede generarse deficiencias inducidas de magnesio. El 20% están por debajo de la proporción de 3, el 70% están en el rango apropiado entre 3 y 7, el 30% se encuentran en una proporción mayor de 7.

#### **4.3.2.8 Relaciones catiónicas $K^+/Mg^{++}$ .**

Las relaciones catiónicas  $K^+/Mg^{++}$  en los suelos estudiados se encuentran en un rango de 0.03 – 0.71, con un promedio de 0.29, tal como se aprecia en la cuadro N°8, teniendo en cuenta que el óptimo o nivel apropiado es de magnitud 1.8 a 2.5 en la proporción de estos dos cationes, podemos indicar que los valores mayores de dicho valor implican probable deficiencia de magnesio en el cultivo, si es que no se realizan las medidas correctivas del caso. Para los resultados en el área de estudio se estima que el 100% de las muestras podrían generar probables deficiencias a futuro en los cultivos, relacionadas con el nutriente magnesio.

#### **4.3.2.9 Relaciones catiónicas $Ca^{++}/K^+$ .**

Las relaciones catiónicas  $Ca^{++}/K^+$  en los suelos estudiados se encuentran en un amplio rango de 4.05– 102.13, con un promedio de 29.15, tal como se aprecia en la cuadro N°8, teniendo en cuenta que el rango optimo es de 14 a 16 en las unidades, podemos indicar que los valores fuera dicho rango implican probable deficiencia de potasio en el cultivo, si es que no se realizan las medidas correctivas del caso. Para los resultados en el área de estudio se estima que la mayoría de los suelos (90%), podrían generar probables deficiencias a futuro relacionadas con el nutriente potasio en los cultivos.

#### **4.3.2.10 Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI).**

Las relaciones catiónicas que implican sodicidad en el suelo, un problema físico químico indeseable en los suelos salinos sódicos o sódicos, se mide a través del Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI), definido por la proporción entre el sodio intercambiable y la capacidad de intercambio catiónico total, expresado en porcentaje  $[(Na^+/CIC) \times 100]$ .

Los resultados de las muestras de suelos indican que el PSI se encuentra en un rango de 0.71 a 14.07%, con un promedio de 4.57%, tal como se aprecia en el cuadro N°8. Dichos resultados indican que no hay peligro de sodicidad en todos los suelos estudiados propuestos para la producción de cacao, café y palto.

#### 4.4. Calificación del nivel de fertilidad de los suelos.

De acuerdo a los resultados del análisis de las muestras de suelo en laboratorio y el estudio sistemático de campo se puede apreciar en función de los parámetros analizados, los niveles de fertilidad para cada uno de los lugares priorizados en el estudio, teniendo en cuenta solamente los contenidos de materia orgánica, fósforo y potasio (D.S. N° 013-2010-AG).

Cuadro N°9. Calificación del nivel de fertilidad de los suelos.

N°.	Sectores	Código	M.O. %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Nivel de fertilidad
1	Coletas	C1	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
2	Masías	C2	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
3	Naranjo	C3	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
4	Pampa Larga	C4	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
5	Sauce Rapela	C5	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
6	Huacan	C6	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
7	Sapillica	C7	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
8	Palto	C8	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
9	Timbes Huabal	C15	Bajo	Bajo	Medio	Bajo
10	Nuevo Progreso	C17	Bajo	Bajo	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar todos los suelos estudiados en las áreas priorizadas indican bajos niveles de fertilidad, lo cual debemos tener presente para realizar un balance de nutrientes y calcular la dosis óptima de fertilización para los cultivos de palto, café y cacao.

#### 4.5. Recomendación de fertilización para los cultivos de Palto, Cacao y Café.

A continuación se presenta la dosis de fertilización para los cultivos de café, cacao y palta, teniendo en cuenta la extracción de nutrientes esenciales de los cultivos, el aporte de nutrientes por el suelo, los factores de eficiencia de absorción de nutrientes desde el suelo y la concentración de los nutrientes en los fertilizantes aplicados, se ha calculado las siguientes dosis de fertilización.

Para ello se ha tomado en consideración niveles de cosecha esperados de:

Cuadro N°11. Dosis de fertilización tomando en cuenta cosecha de Palto 2 Tn/Ha.

Código	Zona de producción	N	P2O5	K2O
		Kg/ha/año		
C1-1	Coletas	169	122	24
C2-1	Masías	163	134	48
C3-1	Naranjo	171	133	32
C4-1	Pampa Larga	163	133	32
C5-1	Sauce Rapela	166	138	48
C6-1	Huacan	160	129	89
C7-1	Sapillica	157	138	69
C8-1	Palto	155	143	102

Fuente: Elaboración Propia.



Cuadro N°12. Dosis de fertilización tomando en cuenta una cosecha de Cacao de 1.5 Tn/Ha.

Código	Zona de producción	N	P2O5	K2O
		Kg/ha/año		
C15-1	Coletas	335	55	38
C17-1	Masias	346	55	73

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N°13. Dosis de fertilización tomando en cuenta una cosecha de Café de 50 qq/Ha.

Código	Zona de producción	N	P2O5	K2O
		Kg/ha/año		
C1-1	Coletas	389	142	76
C2-1	Masias	383	155	116
C3-1	Naranjo	391	153	90
C4-1	Pampa Larga	383	153	90
C5-1	Sauce Rapela	386	158	116
C6-1	Huacan	380	149	183
C7-1	Sapillica	377	158	151
C8-1	Palto	375	162	248

Fuente: Elaboración Propia.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES

- Los suelos estudiados en el distrito de Sapillica, el 90% son de origen coluvio aluvial, clasificados en el gran grupo **Ustochrept** y **Distrudepts** en la taxonomía de suelos y **Cambisols** en el sistema FAO. Los suelos que ocupan sectores a mayor altura han sido clasificados taxonómicamente como **Haplustands** en la taxonomía de suelos y **Andisols** en el sistema FAO. Los suelos de la zona baja, de topografía plana, han sido clasificados como **Torrifluvents**, los que están ubicados en pendientes son **Ustorthents** y **Regosols** en el sistema FAO.
- El exámen de los aspectos físicos de los horizontes de los perfiles de suelos estudiados, permite afirmar que en los suelos de ladera, hay barreras físicas que limiten el desarrollo radicular, no hay presencia de napa freática a menos de un metro de profundidad y no hay pedregosidad significativa. En algunos campos nuevos, la profundidad efectiva del suelo es superficial, lo cual no es conveniente para cultivos permanentes como el cacao, palto y café.
- En relación a la clase textural de los suelos, predominan los suelos franco arcillo limosos en la capa arable, en los horizontes subsuperficiales se encuentran clases texturales franco limosos, franco arenosos, franco arcillosos, franco arcillo limosos, franco arcillo arenosos y arenosos.
- La reacción del suelo, calificada mediante el pH, predominan los valores Neutros a fuertemente ácidos (6.85 a 5.17), lo cual es conveniente para la nutrición mineral de los cultivos de café, cacao y palto.
- Todos los suelos estudiados indican bajos niveles de concentración de sales en un rango de 0.16 a 0.49, con un promedio de 0.29 mmhos/cm, lo cual indica que no hay peligro de salinización de los suelos.
- No hay problemas con elevados contenidos de carbonato de calcio en los perfiles del suelo, el método utilizado no ha detectado niveles significativos de dicha sustancia química, como consecuencia de ello el pH de los suelos es ácido.
- Todos los valores de materia orgánica denotan niveles bajos, en un rango de 0.10 a 0.75% con un promedio de 0.36%, es importante este dato debido a que la materia orgánica tiene una alta correlación con la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo. En el caso del estudio de las especies café, cacao y palto, tienen una alta demanda de

nitrógeno, se deben privilegiar las dosis altas de fertilización con nitrógeno y aplicación de materia orgánica.

- Predominan los niveles bajos de fósforo, el cual se encuentra en un rango de 2.1 a 5.4 ppm, con un promedio de 3.5, es importante indicar que en aquellos suelos donde la concentración de fósforo es menor de 7 ppm, debe privilegiarse la fertilización fosfatada con dosis altas, de acuerdo al requerimiento de cada especie en estudio.
- Los niveles de potasio predominante son los medios, presentándose un rango de 16 a 210 ppm, con un promedio de 118, dato importante a tener en cuenta en la medida que la absorción de potasio es de similar magnitud que la de nitrógeno.
- La capacidad de intercambio catiónico presenta niveles bajos, medios y altos, se encuentra en un rango de 2.4 a 38.72, con un promedio de 13.15 meq/100g, lo cual tiene una estrecha relación con el contenido de materia orgánica y arcillas coloidales tipo 2:1.
- Teniendo en cuenta los parámetros físicos y químicos analizados, todos los suelos estudiados en las áreas priorizadas indican bajos niveles de fertilidad, lo cual debemos tener presente para realizar un balance de nutrientes preciso y calcular la dosis óptima de fertilización para los cultivos.
- Tal como figura en los planes de fertilización recomendados para cada cultivo, las dosis propuestas son altas, debido a la condición de baja fertilidad de los suelos y la alta demanda de nutrientes de los cultivos estudiados.

## **CAPITULO VI**

### **6. RECOMENDACIONES.**

- Uno de los principales problemas de la agricultura orgánica, y en el caso de los suelos estudiados es precisamente el contenido de materia orgánica en niveles bajos a muy bajos, es necesario promover mecanismos de aprovechamiento al máximo de la materia orgánica generada en los propios fundos y crear nuevas fuentes para incrementar el alarmante bajo nivel que presentan los suelos a ser incorporados a la producción de café, cacao y palta.
- De acuerdo a las características del suelo se recomienda aplicaciones sostenidas de fuentes orgánicas que maximicen el contenido de materia orgánica, se estima que para elevar el contenido en 1% de materia orgánica en la capa arable de los suelos estudiados se debe incorporar aproximadamente entre 35 a 45 toneladas de materia orgánica por hectárea.
- En los suelos ligeros y muy pesados, se recomienda de manera prioritaria la aplicación sostenida de materia orgánica, para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de dichos agroecosistemas.
- Promover la investigación a través de ensayos de rendimiento con diferentes fuentes y dosis orgánicas, específicas para cada tipo de suelo, teniendo en cuenta la demanda de macronutrientes y micronutrientes del cultivo.
- Promover la investigación integral, de ensayos de rendimiento, aplicando diferentes fuentes y dosis orgánicas, frecuencias y volumen de riego, manejo integrado de plagas y otras prácticas culturales que determinan el rendimiento en calidad y cantidad.
- Promover los estudios de caracterización de suelos, a nivel de perfiles (calicatas) para estudiar de manera integral las características internas del suelo, utilizando la información obtenida como una herramienta para la toma de decisiones en la gestión de cultivos orgánicos.
- Promover la práctica de muestreo, análisis, interpretación y cálculo de dosis de fertilización para determinar la dosis optima de fertilización para cada tipo de suelo y para cada cultivo, como mínimo de una muestra compuesta por hectárea.
- Para definir la cantidad de abono que puede suministrarse a una plantación, debe realizarse un análisis del suelo antes de establecerla y aproximadamente cada tres años, además del análisis foliar que es recomendable hacerlo cada año. Estos análisis indicarán si los niveles de nutrientes en el suelo y en la planta son satisfactorios.

## CAPITULO VII

### 7. BIBLIOGRAFÍA

1. Aubert, J.; Boulaine, J. 1967. La Pedologie. Coll. «Que sais-je? » P.U.F. Paris. Traducción con el título «La Edafología». Ed. Oikos-Tau. Barcelona, 1982.
2. Aliaga, B. Jorge y Bermúdez R. Jorge. 1985 "Manual Práctico del Cafetalero".
3. Barreira, C.1978. fundamentos de edafología para la agricultura .Buenos Aires: Hemisferio sur. pp 105.
4. Bayona L. V. y Ruiz H. C. 2013. Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en Piura, Retos y Expectativas. 8-11pp.
5. Buol, S.W; Hole, F.D & McCracken, R.J. 2000. Génesis y clasificación de suelos tercera reimpresión, Editorial Trillas. 417 pp.
6. Calero, M. 1987. Génesis, Morfología y Taxonomía de Aridisols, Entisols, Inceptisols, Alfisols y Ultisols del Departamento de Piura. Lima. 135p. Tesis (M.Sc.)-Escuela de P.G., UNA - La Molina.
7. Carefoot, J.M., J.B. Bole and T. Entz. 1989. Relative efficiency of fertilizer N and soil nitrate at various depths for the production of soft white wheat. Can. J. Soil Sci. 69-867-874.
8. Cline, M. 1944. Principles of soil sampling. Soil Sci. 58:275-288.
9. Diario Oficial El Peruano. 2009. Decreto Supremo N° 017-2009-AG. Reglamento para la Ejecución de Estudios de Levantamiento de Suelos. Lima (02/09/2009). pp. 34288 - 34295.
10. F.A.O. 1976. A Framework for land evaluation. Soil Bull. 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
11. Fitzpatrick, E.A 1978. Introducción a la ciencia de suelos .México: publicación cultural.
12. Gelderman, R.H., W.C. Dahnke and L. Swenson. 1988. Correlation of several soil N indices for wheat. Commun. Soil Sci. Plan Anal. 19(6): 755-772.
13. Honorato, P.R. 2000. Manual de Edafología, 4ta Edición, Editorial Alfa Omega. 263 pp.

14. INRENA. 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Primera Edición. Impreso en los Talleres Gráficos del INRENA. San Isidro. Lima. 225 pp.
15. Jenny H. 1941. Factors of soil formation. New York McGraw – Hill. 281pp.
16. Mendoza A. L. 2001. Efecto de Abonos Orgánicos en el crecimiento de los brotes de cafeto (*Coffea arabica*) var *typica* Distrito Lalaquiz. 3-6pp.
17. Moreno, C. 1989. Levantamiento agrologicos. Edit. Trillas México. PP. 14.
18. Moscol Saavedra, Mario. 2011. Propuesta de Manejo de Cultivo de Cacao. Dirección Regional de Agricultura Piura – Perú.
19. Paredes Mendis. 2003. Manual del Cultivo de Cacao para el desarrollo de la Amazonía - PROAMAZONIA. Ministerio de Agricultura. Perú.
20. Petersen R. and L. Calvin. 1986. Sampling. In: A. Klute (ed). Methods of Soil Analysis, Part I 2nd Ed. Agronomy. 9 (I): 33-51.
21. Porta, J., López Acevedo, M. i Poch, R.M. 2011. Introducción a La Edafología. Uso y protección de suelos. 20pp.
22. (PRONAMACHCS). 1998. Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos Microcuenca Los Molinos. Diagnóstico del Recurso Suelo. Piura. 390p.
23. Remigio, J. 1998. Caracterización y clasificación de suelos en la microcuenca Los Molinos, Ayabaca -Piura. En.: VI Congreso Nacional de la Ciencia y el Suelo, Tingo María. Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo. 33. p.
24. Remigio, J. 2004. Caracterización e Interpretación de Perfiles Modales en Suelos de la Sierra de Piura. Informe Final de Trabajo de Investigación Docente. Instituto de Investigaciones y Promoción para el Desarrollo. Universidad Nacional de Piura. 44. pp.
25. Remigio, J. 2005. Determinación De Las Unidades Edáficas En La Subcuenca Del Río Yapatera. Informe Final de Trabajo de Investigación Docente. Instituto de Investigaciones y Promoción para el Desarrollo. Universidad Nacional de Piura. 38. pp.
26. Rodríguez, F. H. y Rodríguez A. J. 2011. Análisis de suelos y plantas. Criterios de Interpretación.

27. Ruiz, O.1998. Génesis, Morfología y Taxonomía de Algunos Suelos de la Comunidad de Chalaco. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Piura. 78p.
28. Torres, J.1985. Caracterización de la Producción Agrícola y Acciones de Transferencia de Tecnología en el Proyecto de Desarrollo de Santo Domingo. Tesis (Ing. Agr.)- Universidad Nacional de Piura. 90p.
29. U.S.D.A. 2009. Soil taxonomy a basic system of soil classification for making interpreting soil survey staff - USDA. U.S.A.
30. Zamuner, E., L. Picone y H. Echeverría. 2003. Profundidad de muestreo de suelo: Relación del rendimiento con el fósforo disponible.
31. Zavala V. J. 1987. Caracterización y Clasificación de algunos suelos de la Comunidad de Suyupampa - Ayabaca. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Piura. 88 pp.

## 8. LINKOGRAFÍA

- (1). El cultivo de Cacao, disponible en la web:  
<http://elcomercio.pe/economia/peru/exportacion-peruana-cacao-creceria-mas-8-este-ano-noticia-1707054>
- (2). El cultivo de Café, disponible en la web:  
<http://elcomercio.pe/economia/peru/2014-tampoco-buen-ano-cafe-peruano-noticia-1710374>
- (3). El cultivo de palto, disponible en la web:  
<http://www.rumbosdelperu.com/el-boom-de-palta-hass-en-el-mercado-internacional-V890.html>
- (5). Ministerio de agricultura, “Manual manejo técnico del cultivo blanco de Piura”, julio1 edición, Diciembre 2012, disponible en la web:  
[http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual\\_cacao\\_blanco\\_piura.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/cacao/manual_cacao_blanco_piura.pdf)
- (6). Sánchez, Javier. “Fertilidad del Suelo y Nutrición mineral de Plantas”, Enero 2007., disponible en la web:  
<http://www.fertitec.com/PDF/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>

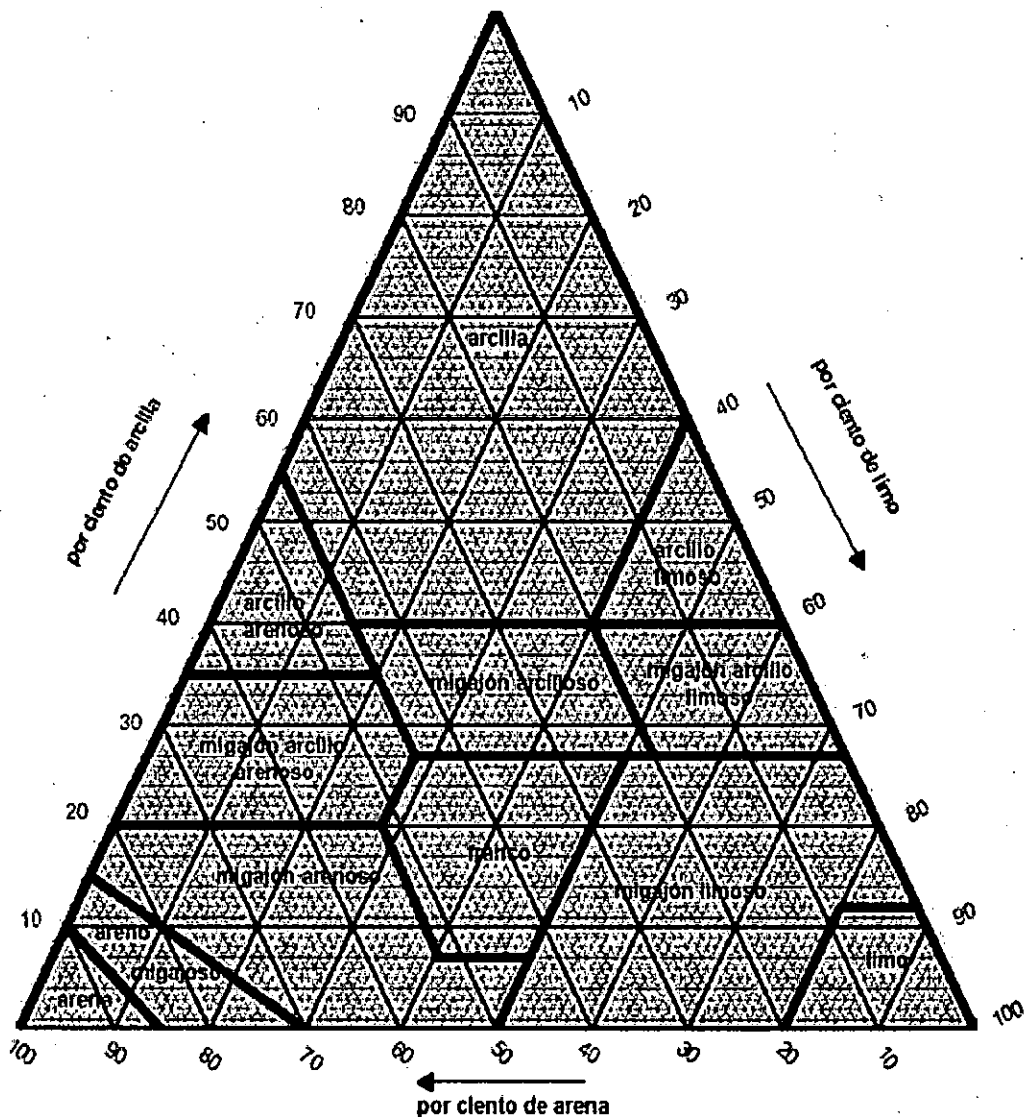
## **ANEXOS**

<p><b>ANEXO 1:</b></p> <p><b>RESULTADOS DE ANÁLISIS DE</b></p> <p><b>LABORATORIO</b></p>
--



ANÁLISIS DE CARACTERIZACION DE SUELOS																								
Departamento :		Piura										Provincia :		Ayabaca										
Distrito :		Sapillilla										Predio :		Varios										
Referencia :												Fecha :												
Codigo de muestra		pH	C.E.						Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	Relaciones Catiónicas			PSI
		(1:1)	(1:1)	CaCO <sub>3</sub>	M.O.	N	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Al <sup>+3</sup> + H <sup>+</sup>	de	de	Ca <sup>+2</sup> /Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup> /Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup> /K <sup>+</sup>	(Na/CIC)
Lab.	Usuario	(1:1)	dS/m	%	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g					Cationes	Bases				*100	
01	C1-1	5.17	0.25	0.00	0.35	0.02	5.4	210	40.00	28.0	32	Fr.Ac.	12.17	9.90	1.40	0.50	0.37	0.00	12.17	12.17	7.07	0.36	19.80	3.04
02	C2-1	5.50	0.33	0.00	0.55	0.03	4.2	180	18.00	43.0	39	Fr.Ac.L	13.27	10.90	1.70	0.44	0.23	0.00	13.27	13.27	6.41	0.26	24.77	1.73
03	C3-1	5.58	0.23	0.00	0.30	0.02	4.4	200	34.00	22.0	44	Ac.	38.72	29.60	7.83	0.29	1.00	0.00	38.72	38.72	3.78	0.04	102.13	2.59
04	C4-1	5.66	0.39	0.00	0.55	0.03	4.4	200	18.00	47.0	35	Fr.Ac.L	11.70	9.60	1.30	0.48	0.32	0.00	11.70	11.70	7.38	0.37	20.00	2.74
05	C5-1	5.36	0.40	0.00	0.45	0.02	3.9	180	42.00	20.0	38	Fr.Ac.	11.89	9.60	1.50	0.44	0.35	0.00	11.89	11.89	6.40	0.29	21.82	2.94
06	C6-1	5.69	0.45	0.00	0.65	0.03	4.8	130	20.00	45.0	35	Fr.Ac.L	9.36	7.60	1.10	0.30	0.36	0.00	9.36	9.36	6.91	0.27	25.33	3.85
07	C7-1	5.80	0.20	0.00	0.75	0.04	3.9	154	66.00	30.0	4	Fr.Ao	16.0	12	1.98	1.2	0	0.20	16.20	16.00	6.29	0.62	10.16	1.95
08	C7-2	6.18	0.19	0.00	0.30	0.02	2.2	49	90.00	10.0	0	Ao	5.3	4	0.85	0.1	1	0.00	5.28	5.28	4.35	0.14	30.93	11.64
09	C7-3	6.15	0.17	0.00	0.20	0.01	2.1	38	94.00	6.0	0	Ao	4.8	3	0.78	0.1	1	0.00	4.80	4.80	4.14	0.13	32.13	14.07
10	C7-4	6.30	0.21	0.00	0.10	0.01	3.1	45	97.00	3.0	0	Ao	8.3	7	1.10	0.2	0	0.20	8.53	8.33	6.10	0.16	38.29	4.10
11	C8-1	5.59	0.22	0.00	0.75	0.04	3.5	68	45.00	21.0	34	Fr.Ac.	18.6	12	5.50	0.6	0	0.00	18.56	18.56	2.25	0.10	21.90	0.71
12	C8-2	5.30	0.16	0.00	0.30	0.02	3.2	33	19.00	46.0	35	Fr.Ac.L	22.1	11	6.33	1.8	0	0.20	19.77	19.57	1.78	0.28	6.37	0.74
13	C8-3	5.25	0.18	0.00	0.10	0.01	4.1	16	30.00	24.0	46	Ac.	38.6	28	9.16	0.3	1	0.00	38.56	38.56	3.04	0.03	94.03	3.11
14	C15-1	5.88	0.48	0.00	0.75	0.04	4.2	180	52.00	19.0	29	Fr.Ac.Ao	13.8	8	4.97	0.5	0	0.00	13.72	13.72	1.59	0.11	14.97	2.24
15	C15-2	6.39	0.39	0.00	0.30	0.02	3.1	185	66.00	30.0	4	Fr.Ao	7.7	4	1.68	0.6	0	0.20	6.97	6.77	2.50	0.33	7.47	4.26
16	C15-3	6.48	0.25	0.00	0.25	0.01	3.2	160	92.00	8.0	0	Ao.	2.6	2	0.47	0.2	0	0.00	2.56	2.56	3.61	0.52	6.95	6.54
17	C15-4	6.57	0.28	0.00	0.10	0.01	2.7	105	68.00	26.0	6	Fr.Ao	13.9	11	0.98	0.1	2	0.00	13.92	13.92	11.42	0.12	93.57	11.44
18	C15-5	6.60	0.23	0.00	0.05	0.00	2.5	110	91.00	9.0	0	Ao.	2.4	2	0.47	0.2	0	0.00	2.40	2.40	3.27	0.53	6.19	6.71
19	C17-1	6.81	0.49	0.00	0.45	0.02	4.2	154	68.00	26.0	6	Fr.Ao	14.7	11	2.53	1.1	0	0.00	14.72	14.72	4.29	0.45	9.46	1.25
20	C17-2	6.85	0.16	0.00	0.20	0.01	3.2	49	68.00	26.0	6	Fr.Ao	7.2	4	1.50	1.1	0	0.00	7.20	7.20	2.86	0.71	4.05	4.85
21	C17-3	6.80	0.37	0.00	0.10	0.01	2.8	38	93.00	7.0	0	Ao	3.2	2	0.50	0.1	0	0.00	3.20	3.20	4.83	0.22	21.91	5.47
	TOTAL	128.01	6.03	0.00	7.55	0.38	70.9	2484	1211.00	488.0	393		278.15	198.99	53.64	10.73	8.34	0.80	273.49	272.89	100.29	6.04	612.22	95.99
	PROMEDIO	6.00	0.29	0.00	0.36	0.02	3.5	118	57.67	23.6	19	Fr	13.15	9.48	2.55	0.51	0.44	0.04	13.02	12.89	4.78	0.29	29.15	4.57

## ANEXO 2: TRIÁNGULO TEXTURAL.



- Migajón: franco.

### **ANEXO 3:**

#### **TABLAS Y ESCALAS PARA INTERPRETACION DE RESULTADOS DE ANÁLISIS DE SUELOS**

**TABLA N° 1**

<b>TEXTURA DE SUELOS (1)</b>		
<b>TÉRMINOS GENERALES</b>		<b>CLASE TEXTURAL</b>
<b>SUELOS</b>	<b>TEXTURA</b>	
<b>Arenosos</b>	<b>GRUESA</b>	Arena (gruesa, media, fina y muy fina)
		Arena franca (gruesa, media, fina y muy fina)
<b>Franco</b>	<b>MODERADAMENTE GRUESA</b>	Franco arenosa gruesa
		Franco arenosa
		Franco arenosa fina
	<b>MEDIA</b>	Franco arenosa muy fina
		Franca
		Franca limosa
		Limo
		Franco arcillosa
	<b>MODERADAMENTE FINA</b>	Franco arcillo arenosa
		Franco arcillo limosa
<b>Arcillosos</b>	<b>FINA</b>	Arcillo arenosa
		Arcillo limosa
		Arcilla

**TABLA N° 2**

<b>PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES (2)</b>		
<b>NIVEL</b>	<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>ACETATO DE AMONIO</b>
Bajo	Menor de 35	Menor de 50
Alto	Mayor de 35	Mayor de 50

**TABLA N° 3**

<b>PROFUNDIDAD EFECTIVA (1)</b>	
<b>TERMINO DESCRIPTIVO</b>	<b>RANGO (cm)</b>
Muy superficial	< de 25
Superficial	25 - 50
Moderadamente Profundo	50 - 100
profundo	100 - 150
Muy profundo	> de 150

**TABLA N° 4**

<b>PENDIENTE (1)</b>			
<b>TERMINO DESCRIPTIVO</b>	<b>RANG O (%)</b>	<b>SÍMBOLO</b>	
		<b>DETALLAD O</b>	<b>RECONO CIMIENT O</b>
Plana a casi a nivel	0 - 2	A	A
Ligeramente inclinada	2 - 4	B	
Moderadamente inclinada	4 - 8	C	
Fuertemente inclinada	8 - 15	D	B
Moderadamente empinada	15 - 25	E	
Empinada	25 - 50	F	C
Muy Empinada	50 - 75	G	D
Extremadamente empinada	+ 75	H	E
			F

**TBLA N° 5**

<b>PORCENTAJE DE SATURACIÓN DE BASES (2)</b>		
<b>NIVEL</b>	<b>SUMA DE CATIONES</b>	<b>ACETATO DE AMONIO</b>
Bajo	Menor de 35	Menor de 50
Alto	Mayor de 35	Mayor de 50

**TABLA N° 6**

<b>REACCION DEL SUELO (1)</b>	
<b>TERMINO DESCRIPTIVO</b>	<b>RANGO (pH)</b>
Extremadamente ácida	< de 4.5
Muy fuertemente ácida	4.5 - 5.0
Fuertemente ácida	5.1 - 5.5
Moderadamente ácida	5.6 - 6.0
Ligeramente ácida	6.1 - 6.5
Neutra	6.6 - 7.3
Ligeramente alcalina	7.4 - 7.8
Moderadamente alcalina	7.9 - 8.4
Fuertemente alcalina	8.5 - 9.0
Muy fuertemente alcalina	> 9.0

**TABLA N° 7**

<b>MATERIA ORGÁNICA (2)</b>	
<b>NIVEL</b>	<b>%</b>
Bajo	< de 2
Medio	2 - 4
Alto	> de 4

**TABLA N° 8**

<b>NITROGENO (2)</b>	
<b>NIVEL</b>	<b>%</b>
Bajo	< de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	> de 0.2

**TABLA N° 9**

<b>FOSFORO DISPONIBLE (2)</b>		
<b>NIVEL</b>	<b>ppm</b>	<b>P2O5 (Kg/ha)</b>
Bajo	menor de 7	menor de 50
Medio	7 - 14	50 - 80
Alto	mayor de 14	mayor de 80

**TABLA N° 10**

<b>POTASIO DISPONIBLE (2)</b>	
<b>NIVEL</b>	<b>ppm</b>
Bajo	< de 100
Medio	100 - 240
Alto	> de 240

**TABLA N° 11**

<b>Calcáreo Total (2)</b>	
<b>NIVEL</b>	<b>%</b>
Bajo	< de 1.0
Medio	1.0 – 5.0
Alto	5.0 – 15.0

**TABLA N° 12**

<b>CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (2)</b>	
<b>NIVEL</b>	<b>meq. / 100 g. de suelo</b>
Muy Bajo	< de 6
Bajo	6 - 12
Medio	12 - 14
Alto	> de 14

**TABLA N° 13**

<b>RELACIONES CATIONICAS "ADECUADAS" EN EL COMPLEJO DE CAMBIO (2)</b>		
<b>RELACIO N</b>	<b>NIVEL</b>	<b>Magnitud</b>
Ca / Mg	Apropiad a	3.0 - 7.0
Ca / K	Apropiad a	14 - 16
Mg / K	Apropiad a	1.8 - 2.5

---

(1) SoilSurvey Manual, 2006.

(2) Laboratorio de Análisis de Suelos y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)



**ANEXO 4:**

**INFORMACION SOBRE  
FERTILIZANTES OPCIONALES A SER  
UTILIZADOS EN EL ABONAMIENTO  
PALTO, CACAO Y DE CAFÉ**

## I. FERTILIZANTES SIMPLES.

### 1.1 FERTILIZANTES NITROGENADOS.

FERTILIZANTES	LEY (% EN PESO)	KG. FERT/KG DE N.
Urea	46	2.2
Sulfato de amonio	21	4.8
Fosfato de amonio	20	5
Nitrato de amonio	33.5	3.3
Nitrato de sodio	16	6.3
Nitrato potásico	13	7.7
Nitrato de calcio	15	6.6

### 1.2 FERTILIZANTES FOSFATADOS.

FERTILIZANTES	LEY (% EN PESO)	KG. FERT/KG DE $P_2O_5$ .
Superfosfato de calcio simple	14 - 20	7.2 - 5
Superfosfato de calcio triple	40 - 50	2.5 - 2
Fosfato amónico	40 - 52	2.5 1.9
Fosfatos naturales molidos	26 - 35	- 2.9

### 1.3 FERTILIZANTES POTASICOS.

FERTILIZANTES	LEY (% EN PESO)	KG. FERT/KG DE $K_2O$ .
Cloruro de potasio	60	1.7
Sulfato de potasio	48 - 50	2.1- 2
Nitrato de potasio	44	2.3

## II. FERTILIZANTES COMPUESTOS.

### 2.1 FERTILIZANTES NATURALES

FERTILIZANTES	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O
Guano de islas rico	9 - 15	8 - 10	1 - 2
Guano de islas pobre	1 - 2	16 - 20	1 - 2
Guano de islas balanceado	12		2

### 2.2. ABÓNOS NATURALES

Materia	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O%	CaO%	MgO%	Sulfatos totales
Estiércol de vaca	0.4	0.2	0.1	0.1	0.06	0.05
Estiércol de caballo	0.5	0.3	0.3	0.15	0.10	0.05
Estiércol de cerdo	0.6	0.4	0.3			
Estiércol de oveja	0.6	0.4	0.3	0.5	0.20	0.15
Estiércol de conejo	0.2	0.13	0.12			
Estiércol de gallina	0.14	1.4	2.1	0.8	0.25	0.20
Humus de lombriz	2.0	1.0	1.0			

### 2.3 FERTILIZANTES SINTETICOS COMPUESTOS

FERTILIZANTES	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O	% MgO
Nitrophos	20	20	0	0
Nitropsoska gris	10	8	18	0
Nitropsoska rojo	13	13	20	0
Nitropsoska verde	15	15	15	0
Nitropsoska amarillo	15	15	6	4
Nitropsoska azul	12	12	19	0
Nitropsoska azul especial	12	12	17	2
12 - 12 - 12	12	12	12	0
12 - 12 - 6	12	12	06	0
12 - 12 - 17	12	12	17	0
08 - 12 - 12	08	12	12	0
16 - 16 - 00	16	16	00	0
10 - 08 - 18 + 2%MgO	10	08	18	2
Sulfato de magnesio				20 - 21
Dolomita	21% CaCO <sub>3</sub> , 12% MgCO <sub>3</sub>			



